

عنوان الكتاب : كتاب الكيمياء الزراعية ( الجزء الأول )

المؤلف : هربرت انجل ترجمة محمد عسل بك

سنة النشر : ١٩٢٥

رقم العهدة : ٥٥٤هـ

الـ ACC : ٢١٣٦١

عدد الصفحات : ١٧١

رقم الفيلـم : ١٠

وزارة المعارف العمومية

# كتاب الكيمياء الزراعية

تأليف الأستاذ هربرت (الجل)

الجزء الأول

نقله من الانجليزية الى العربية

محمد عيسى الناقف

تخرج دار العلوم . والحاصل على درجة بكالوريوس في العلوم الطبيعية  
(B. A. Degree in Natural Sciences) . وعلى دبلوم الزراعة العلمية  
والعملية . وعلى درجة الأستاذية الشرفية (Honorary M. A. Degree)  
من جامعة كامبردج بإنجلترا

(هذه الطبعة مطابقة للأصل الانجليزي المطبوع سنة ١٩٢٠)

المطبعة الأميرية بالقاهرة

١٩٢٥

## خطبة المترجم



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

أحمدك يا من أودعت الكون خواص لا تحصى . وأرشدت الأنسان الى  
معرفة أسرارها التي لا تستقصى . وأصلى وأسلم على سيدنا محمد القائل :  
احْرُثْ لِدُنْيَاكَ كَأَنَّكَ تَعِيشُ أَبَدًا . وَاعْمَلْ لِآخِرَتِكَ كَأَنَّكَ تَمُوتُ غَدًا  
وعلى آله وأصحابه وسائر الأنبياء والمرسلين

وبعد فاني أحمد الله أن وفقني لخدمة أبناء اللغة العربية بترجمة الجزء الأول  
من كتاب الكيمياء الزراعية تأليف العلامة المستر إنجل أستاذ علم الكيمياء  
الزراعية بجامعة ليدز سابقا

ولما كان هذا أول كتاب حديث في الكيمياء الزراعية أخرج الى اللغة العربية  
عانيت في وضع مصطلحاته مشقة كبيرة . ولكنني بعون الله ذلت كل الصعوبات  
التي صادفتني فانتقيت للمصطلحات العلمية من الألفاظ العربية أليقها معنى  
وأخصرها مبنى . ولم أقر من الألفاظ الأجنبية الا ما اقتضت الحكمة بقاءه  
محافظة على دوام الصلة بيننا وبين العلماء الغربيين وقد ميزت كل المصطلحات  
بوضعها بين زوجين من الواوات الصغيرة

وقد نهجت في تعريب الكتاب منهجا يجعله أقرب الى مدارك المتعلمين من  
أبناء اللغة العربية مع المحافظة على المعنى العلمى المقصود وأثبت في حاشية  
الكتاب زيادات من عندى قصدت بها إيضاح الموضوع وحولت المقاييس  
الانجليزية في المواضع الهامة الى مصرية أو مترية تسميلا على الطلاب المصريين .  
ولم آل جهدا في ضبط المصطلحات العلمية والالفاظ العربية التي ربما تخفى  
على الطلبة الذين أعد لهم هذا الكتاب

وقد أزلت من كتابي هذا كل شذوذ عن قوانين اللغة العربية بالتقاء الساكنين من غير منسوخ في أسماء العناصر وغيرها من الألفاظ العلمية المتقولة وأسماء الأشخاص والبلدان

وقد أردفت ترجمتي هذه بفهرس أيجدى يستطيع القارئ بواسطته أن يستخرج ما يحتاج إليه من المعلومات المدققة في هذا الكتاب من غير كبير عناء ومنتهى آمالي أن ينفع الله بصنيعي هذا أبناء الأمة العربية عموما والمصرية خصوصا في ظل حضرة صاحب الجلالة مليكنا المعظم

### فؤاد الأول

لا زالت مآثره مدى الدهر تذكر . وألوية العلم في عهده تنشر

محمد عسل



### خطبة المؤلف التي صدر بها الطبعة الثالثة

هذه الطبعة مطابقة للطبعة الأولى إلا فيما يتعلق بالاصلاحات والزيادة القليلة التي أدخلت فيها

ولا بأس في كتاب ابتدأى كهذا أن يرجأ الكلام على نتائج الأبحاث الحديثة الخاصة بتركيب المواد البروتينية وهضمها ريثما تكشف الأبحاث التي تجري الآن بهمة تفاصيل الحقائق والقواعد الأساسية المتعلقة بذلك

ومما لا شك فيه أننا سنصل في المستقبل القريب الى ادراك كنه عملية الهضم من جميع وجوهها ادراكا واضحا يجعل تلقينها للبتدئين من المتعلمين أمرا هينا

مدينة ليدز في أكتوبر سنة ١٩١٩

### خطبة المؤلف التي صدر بها الطبعة الأولى

هذا الكتاب الصغير مبني على تجارب طويلة اكتسبتها أثناء تعليمي تلامذة الزراعة الذين يوجد بينهم لسوء الحظ كثيرون ليس في وسعهم أن يخصصوا من أوقاتهم ما هو ضروري للالمام بقدر واف من علم الكيمياء العامة ، حتى يستطيعوا الانتفاع بقراءة مؤلفات مثل كتابي المسمى "رسالة الكيمياء الزراعية"

على أن أي مؤلف يفشل غالبا اذا حاول الجمع في كتاب واحد بين تعليم أصول الكيمياء العامة والمعلومات الفنية الخاصة بالكيمياء الزراعية . ومن أجل ذلك أنصح لمن يتعلم كتابي هذا أن يقرأ مختصرا جيدا من المختصرات الحديثة في الكيمياء العامة . وربما كان خيرا من هذا أن يطلب الى معلمه أن يشرح له شرحا كافيا كل ما أودعته في هذا الكتاب من العبارات المختصرة غير الوافية في أصول الكيمياء وفي خواص العناصر والمركبات المهمة في علم الزراعة

وإني وإن كنت على يقين من أن المعرفة المفيدة في الكيمياء الزراعية لا يمكن اكتسابها بدون دراية سابقة بعلم الكيمياء العامة كما قدمت ، أعلم أيضاً أن كثيرين من طلاب علم الزراعة ومن الزراع تلجئهم الضرورة إلى الابتداء بالكيمياء الزراعية على غير معرفة أولية بالكيمياء العامة ، ولذلك راعيت في تأليف كتابي هذا أمثال هؤلاء بوجه خاص

ولم أبسط القول في تاريخ أدب الكيمياء لأن المقصود بالذات من هذا المؤلف إنما هو طالب الزراعة لا طالب الكيمياء

ولما كان وضعي لهذا الكتاب أيام كنت أباشر المزروعات والتجارب الزراعية بأفريقية الجنوبية ، رأيت من المستحسن أن أذكر فيه شيئاً عن الحاصلات الزراعية في المنطقة الحارة وما يقاربها ، زيادة على المعلومات الخاصة بالزراعة الانجليزية المعتادة . رجاء أن يستفيد من ذلك في هذه الأيام التي تتألى فيها سفر الكثير من طلاب الزراعة إلى المستعمرات للإقامة فيها . ورغبة في جعل الكتاب أكثر موافقة لحاجة القراء من أهل تلك المستعمرات . ولا ريب أن المقارنة بين أحوال المنطقة الحارة وأحوال المنطقة المعتدلة لا تخلو من الفائدة لجميع القراء . وكل مؤلف عرضة لأن يعير الموضوعات التي اشتغل بها اشتغالا خاصا جانبا عظيما من الأهمية يزيد عن حد الاعتدال . وقد يعثر القارئ في كتابي هذا على شيء من أمثلة هذا الضعف في التأليف

وما أشرت إليه في الباب التاسع من كيفية تركيب رماد الاغذية الحيوانية ومقادير الأجزاء الداخلة في تركيبها ، ان لم يكن ذا فائدة كبرى في أوروبا ، لتنوع هذه الأغذية فيها ، فهو من الأهمية بمكان في أفريقية الجنوبية ، لأن أغذية دواب الجر فيها غالبا من الحبوب فقط

وقد ذكرت في الباب الثالث بيانا مختصرا للأسباب الهامة التي ينشأ عنها تحرك الماء في تربة الارض ، وأردت بذلك ازالة الخلط الذي يصحب تعليل هذه الظاهرة بكونها ناشئة عن الجذب الشعري . وشرحت في الباب العاشر الاختلاف الذي في تركيب لبن البقر بأسباب ربما كان أكثر مما تبرره حالة كتاب صغير كهذا . ومعذرتي للقراء أن العناية بهذا الموضوع في الوقت الحاضر أصبحت عامة

ولا أرتاب في أن هناك مواطن أخرى يرى الكتاب فيها خارجا عن التوازن ولكنني أرجو من القارئ أن يتغاضى عن هذه . بيد أني مع هذا آمل أن يفى الكتاب بحاجات الذين ألفته لفائدتهم

أكتوبر سنة ١٩٠٨



## مباحث الكتاب

## (الباب الأول وهو مقدمة الكتاب)

من الصفحة ١ الى الصفحة ٣١

موضوع علم الكيمياء — الذرة — العناصر والأوزان الذرية — اتحاد  
العناصر بعضها ببعض — المخلوط والمركب — المقارنة بين الذرة والجزيء —  
المعادلات الكيميائية — الألفاظ الاصطلاحية الأكثر استعمالاً في الكيمياء —  
العناصر المفيدة في الزراعة

## (الباب الثاني في الهواء الجوى)

من الصفحة ٣٢ الى الصفحة ٤٢

صفات الهواء الطبيعية — البارومتر — تركيب الهواء من الوجهة الكيميائية

## (الباب الثالث في تربة الارض)

من الصفحة ٤٣ الى الصفحة ٧٨

التربة العليا والتربة السفلى — تقسيم الصخور — المعديّات والصخور —  
التربة الأصلية والتربة المنقولة — تكوين التربة — المواد المكونة للتربة —  
التغيرات الكيميائية التي تحدث في تربة الأرض — كيفية توزيع المواد الذائبة  
في ماء الأرض — تكوين الأزوتات — ابادة الأزوتات — تثبيت أزوت  
الهواء الجوى في الأراضي الزراعية — غازات التربة الزراعية — ماء التربة  
الزراعية — الخسارة الناشئة من الرشح — تحليل التربة الزراعية

## (الباب الرابع في المياه الطبيعية)

من الصفحة ٧٩ الى الصفحة ٩٦

أنواع المياه الطبيعية — ماء المطر — ماء العين — الماء العسر — الماء  
السهل — ماء النهر — ماء البحر — علاقة الماء بالحرارة — الحرارة النوعية  
والحرارة الكامنة

## (الباب الخامس في النبات)

من الصفحة ٩٧ الى الصفحة ١٢٤

الإنبات — المخمرات الجملدية أو الإزيميات — الجذر — الساق —  
الأوراق — الأزهار والبزور — شروط نمو النبات — المركبات المكونة لجسم  
النبات :

الكربوهيدرات — الأدهان والشموع — الزيوت الطيارة والراتنجيات —  
الحوامض العضوية وألاحها — الأملاح المعدنية — البروتينات —  
الأميدات والحوامض الأمينية — الألكليدات . الكلوروفيل

## (الباب السادس في الأسمدة)

من الصفحة ١٢٥ الى الصفحة ١٥٦

الشروط التي يجب توافرها في الأرض الخصبة — سماد الاصطبلات  
البراز — مواد الفرش — حفظ سماد الاصطبلات — الأسمدة العضوية  
الأخرى — السماد الأخضر — الأسمدة الصناعية أو الكيميائية — تحليل  
الأسمدة وتقويمها

(أنظر الفهرس الأبيجدي في آخر الكتاب)

## الباب الأول وهو مقدمة الكتاب

تبحث الكيمياء الزراعية عما يتركب منه غذاء النبات والحيوان ، وعن التغيرات الكيميائية التي تحدث أثناء التقلبات الضرورية للحياة ومن هذا يظهر أنها تبحث عما تتركب منه التربة الأرضية والهواء والماء ، وعما يتركب منه جسم النبات والحيوان ، وعما تتركب منه الأسمدة وغيرها من الأجسام ، كما تبحث عن التغيرات الكيميائية التي تحدث لجميع الأجسام المتقدمة

قبل الشروع في دراسة الكيمياء الزراعية يجب على الطالب أن يخصص جزءاً من وقته لدراسة علم الكيمياء العام . ولما كان من الصعب أن يضمّن هذا الكتاب الصغير كل المعلومات الضرورية في هذا العلم ، أصبح من المحتم على من لم تسبق له دراية بها أن يعضد ما يقرأه هنا ، بمراجعة بعض المتون الحديثة الجيدة في علم الكيمياء العام

وقد جعلت هذا الباب مقصوداً على بيان موجز للذهب الحديث في علم الكيمياء وعلى شرح أهم الخواص المميزة للعناصر المفيدة في علم الزراعة

### « مبحث الذرة »

طبقاً للآراء الحديثة تتركب كل مادة من أجزاء بالغة النهاية في الصغر لا تنقسم ولا تنفى . ونعني بالمادة كل شيء يؤثر في حواسنا وله ثقل . وهذه القاعدة منقوضة بنظرية الإلكترون الجديدة الخاصة بالمادة ، وبما عرف حديثاً من تحول عنصر الراديوم الى عنصر الهليوم ، ولكنها لا تزال صحيحة فيما يتعلق بأغلب الأجسام

ويعتبر الكيميائي أن كل مادة ، سواء كانت صلبة أو سائلة أو غازية ، محبة من وجهة كونها مركبة من مجموعات لا تخص من هذه الأجزاء التي لا تنقسم وتسمى هذه الأجزاء البالغة غاية الصغر "ذرات" ، ولذا يعرف هذا المذهب "بالنظرية الذرية" وهي قديمة الأصل ، لكن جن دلتن هو أول من أدخلها في الكيمياء بمعناها الحالي في مبدأ القرن التاسع عشر تقريبا

### « مبحث العناصر والأوزان الذرية »

يوجد في الكون نحو ثلاثة وثمانين نوعا من الذرات يختلف بعضها عن بعض . وكل جسم يحتوى على نوع واحد من تلك الذرات يسمى "عنصرا" وتركيب الكرة الأرضية كلها ، على ما وصل اليه علمنا ، من هذه الثلاثة والثمانين عنصرا أو نحو هذا العدد . وذرات العناصر المختلفة متفاوتة في الوزن ، أما ذرات العنصر الواحد فتتحد في الوزن والخواص الأخرى

وخواص أى جسم كامنة في جزيئاته لا في ذراته فقد نجد جسمين مختلفين تمام الاختلاف في الخواص مع أنهما يحتويان على ذرات متشابهة تمام التشابه ، ولكن في مثل هذه الحال تكون الجزيئات مختلفة . فالأكسجين المعتاد مثلا يتركب من جزيئات يحتوى كل منها على ذرتين من ذرات عنصر الأكسجين ، وهو يخالف مخالفة تامة الأزون الذى يحتوى كل جزيء منه على ثلاث ذرات من العنصر نفسه

والوزن الذاتى لأى ذرة صغير جدا حتى أنه يكاد يستحيل تعيينه . أما الوزن النسبى للذرة بمقارنتها بذرة من نوع آخر فيمكن تعيينه تعيينا دقيقا . ولا يمكننا أن نشرح في هذا الكتاب الطرق المستعملة لإيجاد الوزن الذرى للعناصر

ولنذكر هنا تقيما للفائدة جدولاً يشتمل على أسماء العناصر بترتيبها الهجائى وعلى الوزن النسبى لذراتها وهو مطابق للجدول الذى أصدرته "اللجنة الدولية للأوزان الذرية" سنة ١٩٢٠ :

### جدول أسماء العناصر ورموزها وأوزان ذراتها

$$16 = 1$$

الوزن الذرى	الرمز	اسم العنصر	الوزن الذرى	الرمز	اسم العنصر
٧٩,٩٢	بر	بروم	١٧٣,٥٠	تب	إتريوم
٢٠٨,٠٠	بزن	زئبق	٨٩,٣٣	تير	إتريوم
١٠٦,٧٠	بلا	بلاتين	١٦٧,٧٠	تيم	إتريوم
١٩٥,٢٠	بل	بلديوم	٣٩,٩٠	جن	أرجون
٣٩,١٠	بو	بولسيوم	١٤,٠٠٨	ز	أزوت أونيتريجين
١٠,٩٠	ب	بور	٨٧,٦٣	ست	إسترونيوم
١٥٩,٢٠	تو	تريوم	٤٤,١٠	سك	إسكندريوم
١٢٧,٥٠	تل	تلور	١٩٠,٩٠	سيم	أشيوم
٢٠٤,٠٠	لي	تليوم	٨٢,٩٢	كت	إكزيتن
١٨١,٥٠	تا	تنتال (تنتالوم)	١٦,٠٠	ا	أكسجين
١٨٤,٠٠	ت	تنتستين	٢٧,١٠	لو	ألومنيوم
٤٨,١٠	قي	تيتان (تيتانيوم)	١٢٠,٠٠	ن	أنتيمون
٢٣٢,١٥	ث	ثوريوم	١١٤,٨٠	نذ	إندريوم
١٦٨,٥٠	تل	تليوم	١,٠٠٨	يد	أيدروجين
٧٠,١٠	جا	جالسيوم	١٩٣,١٠	ير	إيريديوم
١٥٧,٣٠	جد	جداونيوم	١٣٧,٣٧	با	باريوم
٧٢,٥٠	جر	جرمنيوم	١٤٠,٩٠	بس	براسيديوم



تمة جدول أسماء العناصر ورموزها وأوزان ذراتها

الوزن الذرى	الرمز	اسم العنصر	الوزن الذرى	الرمز	اسم العنصر
٧٩,٢٠	سِلْ	سِلِينِيوم	٩,١٠	ج	جَالُونِيوم
١٥٠,٤٠	سَمِر	سَمَرِيوم	٥٥,٨٤	ح	حَايْدِيد
٢٣,٠٠	ص	صَدِيوم	٦٥,٣٧	خ	خَارَصِين أَوْزَنْك
٥١,٠٠	فَا	فَانْدِيوم	١٦٢,٥٠	دِس	دِسْبَرْسيوم
٣١,٠٤	فُو	فُسْفُور	١٩٧,٢٠	ذ	ذَهَب
١٠٧,٨٨	ف	فَضَّة	٨٥,٤٥	و	رِيدِيوم
١٩,٠٠	فُل	فَلُور	١٠١,٧٠	تِن	رَتِينِيوم
١١٨,٧٠	ق	قَصْدِير	٢٢٦,٠٠	د	رَدِيوم
٣٢,٠٦	كَب	كَبْرِيْت	٢٠٧,٢٠	ر	رَصاص
١١٢,٤٠	كَد	كَدَمِيوم	١٠٢,٩٠	يُو	رُودِيوم
١٢,٠٠	ك	كَرْبُون	٢٠٠,٦٠	زَنْبِق	زَنْبِق
٥٢,٠٠	كُر	كُرُوم	٩٠,٦٠	كُن	زَرْكُونِيوم
٤٠,٠٧	كَا	كَلْسِيوم	٧٤,٩٦	ر	زَرْنِيخ
٩٣,١٠	كَم	كَلْسِيوم	١٣٠,٢٠	نَنْ	زَيْن
٣٥,٤٦	كَل	كَلُور	١٤٠,٢٥	سِي	سِرْيُوم
٥٨,٩٧	كُو	كُوْبَلْت	٢٨,٣٠	س	سِلْسِيوم
٦,٩٤	ل	لِثِيوم	١٣٢,٨١	يَز	سِيْزِيوم

تمة جدول أسماء العناصر ورموزها وأوزان ذراتها

الوزن الذرى	الرمز	اسم العنصر	الوزن الذرى	الرمز	اسم العنصر
١٤٤,٣٠	نِيد	نِيُودِيوم	١٣٩,٠٠	لَنْ	لَنْثَان (لَنْثَم)
٢٠,٢٠	نِين	نِيُون	١٧٥,٠٠	لُكْت	لُوتِثِيوم
١٦٣,٥٠	هَم	هَلْمِيوم	٢٤,٣٢	مَا	مَجْنِيوم
٤,٠٠	هَل	هَلِيوم	٥٤,٩٣	م	مَنْجِين
٢٣٨,٢٠	نِيم	نِيرْنِيوم	٩٦,٠٠	مُو	مُولِيدِين (مِيلْدَنَم)
١٢٦,٩٢	يُود	يُود	٢٢٢,٤٠	نِت	نِتُون
١٥٢,٠٠	يُوب	يُورَانِيوم	٦٣,٥٧	نُح	نُحاس
			٥٨,٦٨	ك	نِيَكَل

وكانت العادة سابقا أن يعتبر وزن ذرة الايدروجين وحدة للأوزان الذرية ولكن يفضل الآن لعدة أسباب أن تنسب جميع الأوزان الذرية الى جزء من ستة عشر من وزن ذرة الأكسجين ، وهذا ما اتبعناه في تقدير أوزان العناصر في الجدول السابق

وقد وضعنا في الجدول بعد اسم كل عنصر رمزا مكونا من حرف أو أكثر يدل على ذرة واحدة من العنصر الذى وضع له . ومن هذا يظهر أن لكل رمز دالتين احدهما تمييزية وثانيتها تقديرية (+)

(+) دلالة الرمز التمييزية هي دلالة على عنصر بعينه . والتقديرية هي دلالة على ذرة واحدة

من العنصر — المترجم

## «مبحث اتحاد العناصر بعضها مع بعض»

اتحاد عنصرين معا لتكوين مركب كيميائي انما يكون باتحاد عدد مخصوص من ذرات أحدهما مع عدد مخصوص من ذرات الآخر . والنسبة بين هذين العددين في العادة بسيطة جدا وهي ثابتة لا تتغير في المركب الواحد . ولنضرب لهذا مثلا :

الماء مكوّن من أيديروجين وأكسجين ونسبة عدد ذرات الأول الى عدد ذرات الثاني ٢ الى ١ على الترتيب . ويمكن الدلالة على هذا بطريق الاختصار بالقانون يدها الذي يفيد أن جزء الماء مكوّن من ذرتين من الأيديروجين ( لها وزن نسبي قدره ٢ ) وذرة واحدة من الأكسجين ( لها وزن نسبي قدره ١٦ )

## «مبحث المخلوط والمركب»

من المباحث التي لاغنى عنها الفرق بين المخلوط الآلي والمركب الكيميائي . ولنفرق بينهما من وجهتين احدهما نظرية والاخرى عملية . فاما النظرية فهي أن المخلوط تبقى جزيئات الأجسام المركبة له غير متحدة ، بحيث يمكن بوسائط ملائمة أن نرى تلك الجزيئات جنباً لجنب ، ويبقى كل جسم من الأجسام المكوّنة لذلك المخلوط حافظاً لخواصه المميزة له ، بحيث تكون خواص المخلوط نفسه وسطاً بين خواص تلك الأجسام . بخلاف المركب الكيميائي فان جزيئاته كلها واحدة . ولا يمكن بأى واسطة من وسائط البحث مهما بلغت من الدقة أن نميز الأجسام الأصلية المكوّنة له من غير نحو خواصه المميزة له ، والتي تغاير بالمرّة أوصاف تلك الأجسام

وأما الوجهة العملية فهي ان خلط جسمين لا يحدث على العموم انبعاث الحرارة ولا امتصاصها ، وينجم عنه حاصل خواصه وسط بين خواص الجسمين المكوّنين له ، ويمكن مجرد وسائط آلية أن نفصله الى أجزائه . بخلاف المركب الكيميائي فان تكونه مصحوب عادة بانبعاث حرارة كثيرة ، وخواصه مخالفة

كل المخالفة لخواص أجزائه ، ولا يمكن بأية واسطة آلية مهما بلغت من الدقة أن نفصل ولا أن نثبت وجود الأجسام التي كوّنته . ولنورد التجربة الآتية عليها تساعد على فهم الفرق :

اذا أخذنا نحو ١٠ جرامات من برادة النحاس الدقيقة وخلطناها في هاون بنصف وزنها من الكبريت نحصل على مسحوق يرتقلى اللون معتم . فاذا فحصنا جزءاً من الحاصل بالمكسكوب أمكننا أن نرى قطعاً صغيرة حمراء من النحاس مجاورة لقطع ليونية اللون من الكبريت . وزيادة على هذا اذا رمينا جزءاً من المسحوق في الماء يشغل الجسمان المكوّنان له عمقين مختلفين تبعا لوزنهما النوعي . فتسقط قطع النحاس الى قاع الاناء وتستقر أجزاء الكبريت التي هي أخف فوق النحاس

ويمكن احداث انفصال تام بمعالجة جزء من المخلوط بثاني كبريتور الكربون فيذب الكبريت ويبقى النحاس . فاذا بخرنا ثاني كبريتور الكربون حصلنا على الكبريت في شكل بلورات صغيرة

ففي هذه الحال أمكننا الحصول على مخلوط صرف من الكبريت والنحاس قابل لأن ينفصل الى أجزائه المكوّنة له بوسائط آلية ، وله من صفات تلك الأجزاء نصيب

ولكنا اذا سخنا جزءاً من المخلوط المتقدم في أنبوبة اختبار حدث اتحاد كيميائي بين النحاس والكبريت مصحوب بحرارة وضوء وينجم عن التفاعل جسم أسود مغاير كل المغايرة في جميع خواصه لكل من الجسمين المكوّنين له

فاذا سخنا الجسم الأسود وفحصناه بالمكسكوب شاهدنا أن كل الأجزاء متشابهة في سواد اللون ولم نستطع تمييز النحاس أو الكبريت

ثم اذا عالجنا جزءاً من هذا المسحوق بثاني كبريتور الكربون لا تتغير هيئة المسحوق . واذا رشخنا السائل وبخرناه لا يرسب الكبريت (وغاية ما يمكن أنه

ربما يرسب قليل من الكبريت بسبب عدم اجادة خلطه مع النحاس أو بسبب عدم اجادة التسخين (+)

ثم اذا رمينا الجسم الحادث من التسخين في الماء بعد سحقه سقط كله الى قاع الاناء . ومن هذا كله يتضح أنه ليس نحاسا ولا كبريتا . غير أن في وسعنا أن نثبت بطرق مخصوصة أنه يتكوّن من كليهما وذلك بمعالجة جزء منه بالحامض الأزوتيك القوي فيحدث تفاعل شديد وتسبح على سطح السائل كتلة صفراء معتمة ويصير السائل أزرق اللون

فاذا رشحنا هذا السائل ووضعنا فيه قطعة لامعة من الحديد أو نصلا من الصلب أو قُتاتاً من الزنك حصلنا على راسب من النحاس الأحمر

ثم اذا أحسينا الكتلة الصفراء في الهواء احترقت وظهر لها لهب أزرق وانبعثت منها تلك الرائحة المعروفة الميزة للكبريت عند احتراقه

ذلك الجسم الذي حصلنا عليه بتسخين مخلوط النحاس والكبريت مركب كيميائي يسمى كبريتور النحاس وقد تكوّن من الجسمين المركبين له مع انبعث حرارة كما يحدث في كل المركبات تقريبا

### «مبحث المقارنة بين الذرة والجُزْءِ»

اذا أنعمنا النظر في معنى كلمة ذرة ظهر لنا جليا انه لا يمكن اطلاقها على أصغر جزء يمكن تصوّره من الماء أو من أى جسم مركب وذلك لأن هذا الجزء مكوّن من ذرتين على الأقل فهو قابل للقسمة ، ومن أجل ذلك وضعت كلمة "جُزْءِ" لتدل على أصغر جزء يتصوّره الانسان من أى جسم مركب ويمكن أن يوجد منفردا

(+) وبذلك يبقى جزء من المسحوق على حالة مخلوط — المترجم

وفي الحقيقة ان الغالب عدم وجود الذرات على حال انفراد حتى في العناصر نفسها فان أصغر جزء منها يوجد منفردا يشتمل على ذرتين أو أكثر (+) مثلا الأكسجين المنفرد يوجد على حال جزيئات يحتوى كل منها على ذرتين . أما جزيئات الأكسجين التي تشتمل على ثلاث ذرات فانها تخالف بالمرّة خواص الأكسجين المعتاد وتكوّن جسما آخر يعرف بالأزون

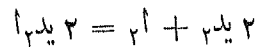
وقد توجد الذرات على حال الانفراد في قليل من العناصر . وأحسن مثال لهذا عنصر الأرجون الذي عُرِف حديثا فانه يتكوّن من ذرات منفصلة لا غير فالذرة والجزء في هذه الحال وأمثالها شئ واحد

### «مبحث المعادلات الكيميائية»

عند حصول التفاعل الكيميائي لا توجد المادة من العدم ولا تتمحى من الوجود ولكن تنشأ جزيئات جديدة بحدوث ترتيب جديد في العناصر الداخلة في التفاعل . ويعنى الكيميائي بدرس التغيرات الكيميائية درسًا تاما وفي كثير من الأحيان يستطيع التعبير عنها بالتفصيل بواسطة المعادلات الكيميائية ولتمثل لذلك بحالة بسيطة وهي اتحاد الأيدروجين مع الأكسجين لتكوين الماء :

كل جزء من جزيئات غاز الأيدروجين يشار اليه بالرمز ٢م وكل جزء من جزيئات غاز الأكسجين يشار اليه بالرمز ١م وعند حصول التفاعل يتحد جزيئان من الأيدروجين مع جزء واحد من الأكسجين لتكوين جُزْئَيْن من الماء

وبين هذا بالمعادلة الآتية :



(+) ولذلك يسمى "جزيئا" أيضا — المترجم

أما الاختزال فيستعمل في معنى مضاد للتأكسد (+) وكل جسم يحدث تأكسدا للأجسام الأخرى يسمى "مؤكسدا" وكل جسم يزيل الأكسجين أو ما يعمل عمله يسمى "مختزلا"

وأشهر المؤكسدات الهواء والحامض الأزوتيك والأزوتات والكلورات والكلور إلى غير ذلك

وأشهر المختزلات المعادن السهلة التأكسد مثل الزنك وكل جسم غير تام التأكسد مثل الحامض الكبريتوز أى يدم ك ب م وأنواع كثيرة من المواد العضوية المتعفنة (خصوصا اذا كانت في الماء) الى غير ذلك

التعفن — هو تحلل في المواد الكربونية مصحوب أحيانا بتأكسد. ويحدث بواسطة الأعمال الحيوية لكل من البكتريا ونبات التخمر ونبات العفن ونحوها وتنشأ منه غازات أو أبخرة كريهة الرائحة

وعند حصول التأكسد بواسطة الهواء تحدث حرارة

التقطير المسبب — هو تعريض المواد الكربونية في الغالب الى درجة حرارة عالية بمعزل عن الهواء فتصعد غازات مختلفة ويفنى الجسم الأصلي نهائيا وأحسن مثال لهذا النوع من التقطير تحضير غاز الاضاءة من الفحم الحجري وفي أغلب الأحوال يبقى جسم أسود معظمه مكون من الفحم

الحامض — هو جسم طعمه الحموضة وخاصته تغيير الزرقة النباتية كزرقة عباد الشمس الى الحمرة بشرط أن يشتمل على ذرة أو أكثر من الأيدروجين الذي يمكن أن يحل محله فلز

ومن أمثله الحامض الكبريتيك أى يدم ك ب م والحامض الأزوتيك أى يدم ز م والحامض الكلورديك أى يذكل والحامض الخليك أى يذك يدم م

(+) يعنى انفصال مقدار من الأكسجين أو جسم آخر يعمل عمله من المركب — المترجم

والمعادلة الكيميائية تشابه المعادلة الجبرية من جهة أنه يجب أن يكون مقدار كل عنصر في أحد الطرفين مساويا لمقداره في الطرف الآخر، وتخالفها من جهة أنه ليس من المطرد في المعادلة الكيميائية جواز استبدال أحد الطرفين بالآخر

والمعادلة في نظر الكيميائي عبارة مختصرة تبين نوع التغير الكيميائي، فضلا عن أنها تعين بالتفصيل مقادير الأجسام المختلفة التي لها دخل في هذا التغير

ومع ذلك ينبغي أن لا يعزب عن فكر الطالب أن المعادلة لا تصبح عمدة في بيان حقيقة أى تفاعل كيميائي الا بعد اجراء التجارب الدقيقة التي تثبت ذلك التفاعل. فلا يجوز للبندى على الخصوص أن يجعل المعادلات واسطة للتنبؤ بالتفاعل الكيميائي بين جسمين أو أكثر، بل يجب عليه أن يجعلها واسطة لتسجيل الحقائق التي يصل اليها بتجاربه الدقيقة

«مبحث الألفاظ الاصطلاحية الأكثر استعمالا في الكيمياء»

قبل أن نشرح العناصر المفيدة في الزراعة على وجه الاختصار يجدر بنا أن نوضح معانى بعض الألفاظ الاصطلاحية الأكثر استعمالا في علم الكيمياء ولما كانت هذه المصطلحات ليست بالمتفرقات شتى لم أحاول أن أرتبها ترتيبا منطقيا بل رتبته على حسب حروف الهجاء تسهila للمراجعة فأقول :

التأكسد والاختزال — يقصد بالتأكسد على ما يستفاد من اللفظ الاتحاد مع الأكسجين، ولكن اللفظ في الكيمياء يستعمل بمعنى أعم من هذا أعنى الاتحاد مع مقدار من الأكسجين زائد عن الداخل في تركيب الجسم أو مع جسم آخر يعمل عمل الأكسجين. مثلا : تحول مركب الحديدوز ككلورور الحديدوز أى ح كل م الى مركب الحديدك أعنى كلورور الحديدك أى ح كل م يسميه الكيميائي في الغالب تأكسدا ولو أنه لا دخل للأكسجين فيه

فاذا عوضنا ايدروجين هذه الحوامض بِفِلْز وليكن الصديوم تنتج الاملاح  
الآتية على الترتيب : كبريتات الصديوم أى ص<sup>٢</sup> ك ب ا ، وأزوتات الصديوم  
أى ص ز ا م وكلو رور الصديوم أى ص كل وخالات الصديوم أى ص ك ه يد م ا م  
وكل جسم فيه حموضة وله قدرة على تغيير الزرقة النباتية الى الحمرة يقال  
أنه حامضى التفاعل . ولكن هذا ليس ببرهان على أن الجسم من الحوامض  
فان كبريتات النحاس أى ن ح ك ب ا ، مثلا حامضى التفاعل ومع ذلك هو  
ملح بحث لا يعد من الحوامض

قابلية الأجسام للتطاير — هى استعداد الأجسام الصلبة أو السائلة  
لأن تتحول الى بخار أو غاز بواسطة الحرارة من غير أن يطرأ عليها أى تغيير  
كيميائى . وفى هذه الحال يرجع البخار أو الغاز بالتبريد الى حالته الأصلية من كونه  
صلبا أو سائلا . ومثال هذا الكافور والماء . وهذا هو الاستعمال الحقيق لهذا  
المصطلح . وربما استعمل بتساهل فى معنى استعداد الأجسام للتحويل الى بخار  
أو غاز بواسطة الحرارة مع حدوث تغيير كيميائى سواء كان تحللا أو تأكسدا  
وفى هذه الحال يتحول الجسم الى مادة أخرى ثابتة ، فلا يعود الجسم الأصلى  
أبدا عند تبريد البخار أو الغاز

القاعدة — هى كل مادة يمكن أن تزيد حموضة الحامض تمام الازالة  
أو بعضها ، مكونة بهذا ملحا وماء . والغالب أن تكون هذه المادة أكسيديا  
أو أيدركسيديا لأحد الفلزات . والقواعد القابلة للذوبان فى الماء تسمى قلويات  
أما القواعد غير القابلة للذوبان فى الماء ، وهى كثيرة ، فلا يطلق عليها اسم القلويات

قاعدية الحامض — هى عدد ذرات الأيدروجين الذى يمكن استبداله  
فى جزيء من الحامض . مثلا : قاعدية الحامض الأزوتيك أى يد ز ا م والحامض  
الكلورديك أى يد كل هى ١ ويعبر عن هذا النوع من الحامض بأنه أحادى

القاعدية . وقاعدية الحامض الكبريتيك أى يد م ك ب ا ، هى ٢ أو بعبارة أخرى  
هو ثنائى القاعدية . وقاعدية الحامض الفسفوريك أى يد م ف و ا هى ٣  
أو بعبارة أخرى هو ثلاثى القاعدية وهكذا

فالحوامض الأحادية القاعدية لا تكون مع الفلز الا نوعا واحدا من  
الأملاح لأنه ان أمكن استبدال الأيدروجين وجب استبدال الذرة بأجمعها  
فمثلا لا يوجد الا ملح واحد من أزوتات الصديوم ، وهو الجسم الذى علامته  
ص ز ا م . والحوامض الثنائية القاعدية والعديدة القاعدية تكون بالتحادها  
مع الفلز أكثر من نوع واحد من الأملاح . فمثلا أملاح الصديوم مع الحامض  
الكبريتيك إما أن تكون ص يد ك ب ا ، أو ص<sup>٢</sup> ك ب ا ، تبعلا لاستبدال ذرة  
واحدة أو ذرتين من أيدروجين الحامض بالصديوم . والملح الأول من نوع  
يسمى "الأملاح الحامضية" والأولى تسميتها "الأملاح الأيدروجينية"  
وعلى ذلك يسمى هذا الملح "كبريتات الصديوم الأيدروجينى"

القلوى — هو جسم يضاد الحامض فى خواصه واذا أضيف اليه جعله  
متعادلا ، وأزال خواصه مكثونا بذلك ملحا وماء ، فهو اذن قاعدة قوية قابلة  
للذوبان فى الماء . وأهم القلويات الصودا أى ص ا يد والبوتسا أى بو ا يد  
والجير أى كا ا أو كا يد م ا م اذا كان ذائبا فى الماء ، ويسمى اذن أيدركسيد  
الكلسيوم . ويعمل النشادر عمل القلويات . وقانونه زيد م اذا كان غازا  
و (ز يد م) ا يد اذا كان ذائبا فى الماء . ويقال إن الجسم قلوى التفاعل اذا  
أمكنه أن يعيد الزرقة الى ورقة عباد الشمس التى حررها الحامض

القوة الذرية — تختلف العناصر فى قوة اتحاد بعضها مع بعض . فمثلا  
الكلور يتحد مع الأيدروجين ذرة لذرة فقط أو بعبارة أخرى ذرة من الكلور  
تعادل ذرة من الأيدروجين كما نرى فى المركب يد كل . أما الأكسجين المعتاد

وكل أنواع المواد العضوية تقريبا تسود عند تسليط الحرارة القوية عليها بمعزل عن الهواء ، وذلك بسبب انفصال الكربون . أما اذا وصل الى الخمس الكربوني مقدار كاف من الهواء فانه يحترق ويتكون ثاني أكسيد الكربون مع حاصلات أخرى

المركبات الباعثة الحرارة والمركبات الماصة الحرارة - نغني بالمركب الباعث الحرارة كل مادة تنبعث منها حرارة عند تكونها . مثال ذلك ثاني أكسيد الكربون . وغالب المركبات من هذا النوع ونغني بالمركب الماص الحرارة كل جسم يمتص عند تكونه حرارة أو نوعا آخر من الطاقة (+)

ولهذا كانت المركبات الباعثة الحرارة متينة التركيب تحتاج في تحليلها الى استعمال نوع من أنواع القوة كالحرارة ، في حين أن المركبات الماصة الحرارة غير متينة التركيب وتطرد حرارة أو نوعا آخر من الطاقة عند تحليلها وهي في الغالب أجسام مفرقة . وكل تفاعل كيميائي تنبعث منه حرارة يسمى "تفاعلا باعثا للحرارة" . وكل تفاعل يمتص معه حرارة أو نوع آخر من الطاقة يسمى "تفاعلا ماصا للحرارة"

### «مبحث العناصر المفيدة في الزراعة»

جل العناصر المذكورة في الجدول السابق ليس له كبير أثر أو لا أثر له بالمرة في التقلبات المعتادة لحياة النبات والحيوان . على أن عددا عظيما من العناصر لا يوجد منه في الكون الا مقادير صغيرة جدا ولا شك أن أمثال هذه العناصر قليلة الجدوى للزراعي

فله قوة الاتحاد تساوى ضعف قوة الأيدروجين أو بعبارة أخرى ذرة الأكسجين تعادل ذرتين من الأيدروجين كما نرى في المركب يد ۱ . وأما الأزوت فله قوة اتحاد أكثر من ذلك ، لأن ذرة واحدة منه يمكن أن تتحد مع ثلاث ذرات من الأيدروجين كما نرى في المركب ز يد ۲ . وأكثر من كل ما قدمنا الكربون فانه يكون المركب ك يد ۳ . ومنه نعلم أن الذرة الواحدة من الكربون تعادل أربع ذرات من الأيدروجين

وبناء على ذلك تعرف القوة الذرية لأي عنصر بأنها عبارة عن عدد ذرات الأيدروجين التي يمكن أن تتحد معها أو تحل محلها ذرة واحدة من العنصر

فالقوة الذرية للكلور هي ۱ وللاوكسجين ۲ وللأزوت ۳ وللكربون ۴ أو بعبارة أخرى الكلور أحادي القوة الذرية والأكسجين ثنائيها والأزوت ثلاثيها والكربون رباعيها

وتختلف القوة الذرية للعنصر باختلاف مركباته . وفي الغالب نرى أن كل المركبات التي يظهر فيها العنصر بقوة ذرية واحدة ، تشترك في كثير من الخواص التي تميزها تمام التمييز عن المركبات الأخرى التي يظهر فيها العنصر نفسه بقوة ذرية أكثر أو أقل . فمثلا الحديد الثنائي القوة الذرية الذي يوجد في كل مركبات الحديدوز ، يحدث نوعا من التفاعل متميزا تمام التمييز عن التفاعل الذي يحدثه الحديد الثلاثي القوة الذرية في مركبات الحديدك

المادة العضوية - هي ، على ما يفيد اللفظ ، مادة تكونت بواسطة جسم عضوي أي حيوان أو نبات ، ولكن هذا المصطلح يستعمل في معنى أعم في الكيمياء ، إذ يراد به كل مركب كربوني سواء تكون بواسطة عمل حيوي أو صناعي

وهاك أسماء العناصر الرئيسية التي تتكوّن من مركباتها أجسام الحيوان والنبات :

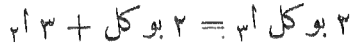
اسم العنصر	الرمز	الوزن الذرى	اسم العنصر	الرمز	الوزن الذرى
أكسجين	ا	١٦	بوتسيوم	ب	٣٩
أيدروجين	يد	١	صديوم	ص	٢٣
كربون	ك	١٢	مغنيزيوم	ما	٢٤
أزوت أو نيتروجين	ز	١٤	حديد	ح	٥٦
كبريت	كب	٣٢	كلور	كل	٣٥,٥
فسفور	فو	٣١	سليسيوم أو سيلكون	س	٢٨
كلسيوم	كا	٤٠			

ولنشرح هذه على سبيل الإيجاز فنقول :

الأكسجين — هو أكثر العناصر وجودا في الكون وأعظمها نفعا ويكوّن نصف وزن القشرة الصلبة للأرضية تقريبا ، وثمانية أضعاء الماء ، ونحو ربع الهواء الجوى . وهو في حالة الاتحاد في الجسمين الأولين وفي حالة اختلاط في الثالث

«استخلاص الأكسجين» — يمكن الحصول على الأكسجين بعدة طرق من أكثرها استعمالا في معامل الكيمياء طريقة تسليط الحرارة على كلورات البوتسيوم الذي قانونه بوكل ١٠٠، ومنه نرى أن مقدار الأجزاء المكوّنة لهذا المركب هي ذرة من البوتسيوم وزنها النسبي ٣٩ وذرة من الكلور وزنها ٣٥,٥ وثلاث ذرات من الأكسجين زنة كل منها ١٦ وبهذا يظهر أن  $٣٩ + ٣٥,٥ + ٤٨ = ١٢٢,٥$  جزءا وزنيا من الملح المذكور يشتمل على ٤٨ جزءا من الأكسجين

ومنتهى تأثير الحرارة في كلورات البوتسيوم طرد جميع الأكسجين وترك بقية من كلورور البوتسيوم أى بوكل ٠ والمعادلة الآتية تبين هذا التحلل :



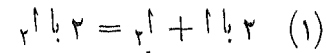
ويمكن إجراء التجربة في دورق أو معوجة من الزجاج القوى وجمع الغاز فوق الماء لأن الأكسجين لا يذوب فيه الا قليلا

واذا خلط ثانى أكسيد المنجنيز أى م ا ب كلورات البوتسيوم انفصل أكسجين الكلورات على درجة حرارة منخفضة من غير أن ينصهر الكلورات ومن الحقائق الغريبة أن كلورات البوتسيوم في مثل هذه الحال هو الذى يتحلل وحده بالحرارة أما ثانى أكسيد المنجنيز فيبقى بدون تغير الى نهاية التجربة (+)

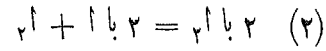
«استخلاص الأكسجين بطريقة برن» — قد أصبح الآن الأكسجين المضغوط في أسطوانات من الصلب بضاعة يتجر فيها . وغالبه مستخرج من الهواء بطريقة تعرف بطريقة برن وهى مبدية على خاصة أول أكسيد البار يوم أى با ا عند إحماؤه في الهواء بشروط مخصوصة فانه يمتص حينئذ أكسجين الهواء ويتكوّن من ذلك ثانى أكسيد البار يوم أى با ا وتبقى الأجزاء الأخرى المكوّنة للهواء من غير تغير . وبواسطة رفع درجة الحرارة أو تخفيض الضغط يتحلل ثانى أكسيد البار يوم الى أول أكسيد البار يوم وأكسجين خالص ويرجع أول أكسيد البار يوم مستعدا مرة أخرى لامتناس قدر جديد من أكسجين الهواء . وهكذا يستمر العمل ولا يكاد ينتهى

(+) تدل الأبحاث الحديثة على أن تسهيل ثانى أكسيد المنجنيز لتساعد الأكسجين ناشئ من تأكسده بواسطة الكلورات الى أكسيد أعلى للمنجنيز . ولعدم قدرة هذا الأكسيد على البقاء في الأحوال التى يتجرى فيها التفاعل ، ينحل عقب تكوّنه الى أكسجين وثانى أكسيد المنجنيز وتحدث في الوقت عينه تفاعلات ثانوية ينشأ عنها تكون مقدار صغير من برمنجات البوتسيوم وأتار من غاز الكلور ولذلك كان الأكسجين المستخلص بهذه الطريقة أول نقارة من الأكسجين المستخلص بتسخين الكلورات فقط — المترجم

ويمكن التعبير عن التفاعل المتقدم بما يأتي :



↓  
مستمد من الهواء



وهاتان المعادلتان متعاكستان

والجهاز المستعمل في هذه الطريقة لاستخراج قدر وافر من الأكسجين مظهر من مظاهر البراعة غير أن فيه نوع تعقيد في التركيب

«خواص الأكسجين» — الأكسجين غاز عديم اللون والرائحة لا يذوب في الماء الا قليلا جدًا فان مائة حجم من الماء في الأحوال المعتادة تذيب نحو أربعة حجوماته

وللا أكسجين ميل عظيم للاتحاد مع الأجسام الأخرى واتحاده مصحوب عادة بحدوث حرارة كثيرة

والاحتراق أو الاشتعال في كل الأحوال تقريباً ليس الا نتيجة الحرارة المتولدة من اتحاد الجسم المحترق مع أكسجين الهواء . ومن أجل هذا نجد أن الأجسام التي تحترق في الهواء (المشتمل على ٢١٪ من الأكسجين المنفرد) تحترق بلمعان زائد في الأكسجين النقي ونرى دائماً أن درجة الحرارة التي تحدث من الاحتراق وشدة الضوء المنبعث أكثر في الأكسجين ، وإن كانت كمية الحرارة المنبعثة بواسطة اتحاد وزن معين من أى جسم مع الأكسجين ثابتة لانتوقف على الأحوال التي حدث فيها الاتحاد

«تقدير كمية الحرارة» — تقاس كمية الحرارة بوزن الماء الذي يمكن أن ترتفعه درجة مئوية واحدة ، ولهذا كان من المستطاع تعيين مقدار الحرارة التي تنبعث من اتحاد وحدة الوزن (الرطل الانجليزي أو الجرام) من أى جسم مع الأكسجين ، وهذا المقدار ثابت مهما كانت الأحوال التي حدث فيها الاتحاد

والعدد الدال على وحدات كتلة الماء التي ارتفعت درجة مئوية واحدة (مقدرة بالأرطال أو الجرامات) بواسطة اتحاد وحدة من كتلة الجسم مع الأكسجين (مقدرة بالرطل أو الجرام) يسمى "حرارة الاحتراق" أو "القوة السعيرية" للجسم

ولنذكر في الجدول الآتي القوة السعيرية لعدة من الأجسام المفيدة :

اسم الجسم	القوة السعيرية	اسم الجسم	القوة السعيرية
الفحم النباتي	٨ ٠٨٠	دهن الزبد	٩ ٢١٦
الأيديروجين	٣٤ ٤٦٠	زيت الزيتون	٩ ٤٠٠
الخشب	٢ ٨٠٠	سكر العنب	٣ ٧٥٠
الفحم الحجري المتوسط	٧ ٥٠٠	» القصب	٣ ٩٥٥
الكوك	٧ ٠٥٠	» اللبن	٣ ٩٥٢
الزلال	٥ ٩٠٠	» الشعير المتخمّر (ماتوز)	٣ ٩٤٩
الكسكين	٥ ٨٦٠	المادة الخالوية	٤ ١٨٥
البولينا (اليوريا)	٢ ٥٤٢	النشا	٤ ١٨٢
دهن الغنم	٩ ٤٩٤		

«حرارة الاحتراق والتأكسد» — في أحوال الاحتراق المعتادة تحس

الحرارة المنبعثة ، غير أنه في بعض الأحوال التي يكون الاتحاد فيها مع الأكسجين بطيئاً تنبعث الحرارة ببطء كثير جداً الى حد أنها تضيق بالتوصيل "و الانتشار" بمجرد تكوّنهما وبذلك يكون ارتفاعها في الجسم المتأكسد في غاية الضعف أو غير محسوس . وفي أحوال أخرى من التأكسد البطيء عند ما يكون سرعان الحرارة معطلا لسبب من الأسباب ترتفع درجتها



وأيسر من هذا كله للحصول على الأيدروجين أن نعالج فإزرا بحامض مخفف  
كأن نعالج الخارصين بالحامض الكبريتيك المخفف . وهالك المعادلة :



↓

كبريتات الخارصين

ويتبدى هذا التفاعل في درجة الحرارة المعتادة ويمكن جمع الغاز  
فوق الماء

«صفات الأيدروجين» - صفات الأيدروجين المميزة له هي خفته  
ودرجة الحرارة المرتفعة التي تنشأ من اتحاده مع الأكسجين . وقد أدت  
الخاصة الأولى الى استعماله في ملء المطاود ( المناطيد ) . نعم ان غاز الفحم  
الحجري يستعمل الآن لهذا الغرض بسبب سهولة الحصول عليه الا أنه ليس  
في درجة الأيدروجين نفعا ، ونحو نصفه فقط أيدروجين والباقي مكون من  
غازات ثقيلة

ومع أن هب الأيدروجين المحترق في الهواء أو في الأكسجين شديد  
الحرارة صالح لأن يستعمل في صهر الأجسام الشديدة المقاومة مثل البلاتين  
والسليكا (أكسيد السليسيوم) ، فانه يكاد يكون عديم الاضاءة

وإذا خلط الأيدروجين بالهواء أو بالأكسجين وسخن المخلوط الى درجة  
حرارة مرتفعة بواسطة هب أو شرارة كهربائية مثلا حدثت فرقة شديدة  
كسائر الغازات القابلة للاشتعال . والدرجة التي تحدث فيها الفرقة تساوي ٢٥٠°  
مئوية . وكل مخلوط مشتمل على ما بين ٥ ٦ ٨٠ في المائة من الأيدروجين  
مفرقع

ويندر جدًا وجود الأيدروجين في الكون على حالة الانفراد بكميات تستحق  
الذكر ، مع أن بعض التغيرات التخمرية التي تعرض للمادة النباتية تفصله ، ومع

الى حد تحس فيه أو الى حد الخطر . وقد يكون ارتفاع درجة الحرارة في ظروف  
مخصوصة موافقة كافيًا لاحداث اتحاد سريع مع الأكسجين ، فينشأ من  
ذلك الالهب . وهذا مايسمى «بالاحتراق الذاتي» ، وليس قليل الوقوع

ومن بين الأسباب الهامة لهذا النوع من الاحتراق امتصاص الزيوت  
القابلة للجفاف للأكسجين كزيت بزر الكاكاو وبزر القطن لا سيما اذا  
نشرت فوق بقايا القطن كما يحدث في الطواحين . وكذا تغيرات التخمر التي  
تحدث في المواد النباتية مثل الأعشاب المجففة (الدريس ونحوه) ونبات الدخان  
وكذا تأكسد بعض المعادن ببطء مثل «بيريتيز الحديد» ( ثاني كبريتور  
الحديد ) في الفحم الحجري

الأيدروجين - هو كالأكسجين كثير الوجود جدًا في الكون ، وان  
كان المقدار الوزني الموجود منه على سطح الأرض صغيرا بسبب صغر وزنه  
الذري أعني ١.٠٠٨ وأكثر مركاته وجودا الماء أي يدم ١

«استخلاص الأيدروجين» - يمكن استخلاص الأيدروجين من  
الماء بفصل أكسجينه بمساعدة فلز . ومن هذه الفلزات ما يخص الأيدروجين  
في درجة الحرارة المعتادة بجهد ملائمته للماء كالبوتسيوم والصديوم . وهالك  
معادلة التفاعل :

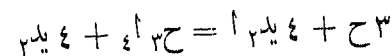


ومنها نرى أن الذي يخص من الأيدروجين انما هو نصفه

ومن الفلزات ما يفصل الأيدروجين من الماء في درجة حرارة تقارب درجة  
الغليان كالتنجيزيوم . وهالك المعادلة :



ومنها ما يحتاج الى الحرارة الحمراء لتخليص الأيدروجين كالحديد . ودونك  
المعادلة :



أنه يوجد بين الغازات التي تصعد من البراكين . ولكنه يوجد على حالة اتحاد في عدد عظيم جدا من المركبات ، خصوصا مركباته مع الكربون والأكسجين والأزوت

**الكربون** — الكربون هو العنصر الأقرب اتصالا بحياة النبات والحيوان اذ منه يتكون الجزء الأعظم من المادة الصلبة في كل المخلوقات الحية . وللكربون دخل عظيم في أهم التقلبات الكيميائية في حياة الحيوان والنبات ويوجد على حالة اتحاد في كثير من المعادن مثل كربونات الكلسيوم والمجزيوم والحديد والزنك والرصاص . كذلك يوجد في جزء من أجزاء الهواء له أهمية كبيرة ، وإن كان صغيرا جدا ، وهو ثنائي أكسيد الكربون

ويوجد الكربون على ثلاثة أشكال يتميز بعضها عن بعض وهي الألماس والجرافيت أو البلمباجو والأشكال غير المتبلورة مثل الفحم النباتي والسناج (هباء المصباح) الى غير ذلك

ولهذه الأشكال خواص طبيعة مختلفة جدا مع أنها واحدة في التركيب (لأنها ليست الا عنصر الكربون)

أما الألماس فهو جسم بلوري شفاف وكثته وزن مقدار كتلة تساويها من الماء ثلاث مرات ونصفا . وأما الجرافيت فهو بلوري معتم وزن مقدار كتلة الماء المساوية لكثته مرتين ونصفا تقريبا . وأما الكربون غير المتبلور فليس له بالضرورة شكل معين ، وهو غير شفاف ، وإذا امتلأت مسامه بالماء وزنت كثته نظيرها منه مرة ونصفا . واللون الأسود الذي يحدث عند تسليط الحرارة القوية على المواد الحيوانية أو النباتية بمعزل عن الهواء مسبب عن انفصال الكربون من مركباته المختلفة الداخلة في تركيب تلك المواد . ويسمى هذا التغير "تفحما" . ولهذا كان تفحم الأجسام لدى احتراقها دليلا على أن فيها مواد عضوية أي كربونية

والكربون من الوجهة الكيميائية عجيب من حيث اقتداره على الاتحاد مع الأيدروجين أو مع الأيدروجين والأكسجين بنسب كثيرة مختلفة . ويعرف من هذه المركبات آلاف يبحث عنها في فرع من العلوم الطبيعية يسمى الكيمياء العضوية . وقد أصبحت على حداثة عهدها نوعا ما علما بعيد الأطراف

**الأزوت** — يوجد الأزوت في الكون بمقدار أقل بكثير من العنصرين السابقين . ومن غريب أمره أنه لا يوجد الا في الجزء الأعلى من الكرة الأرضية على ما يظهر . ويغلب وجوده مختلطا بأجزاء الهواء . وليس من المعادن الحقيقية ما يشتمل عليه الا ما كان منها ناشئا عن حياة نباتية أو حيوانية مباشرة مثل الفحم الحجري وأزوتات الصديوم الذي يوجد بكثرة في إتشيل . ومع ذلك فإن كل مادة حية تشتمل على الأزوت بجزء جوهري في تركيبها

«استخلاص الأزوت» — يمكن الحصول على الأزوت من مركبه مع الأيدروجين أعنى الأمونيا (غاز النشادر) بانخراج الأيدروجين إما بواسطة الأكسجين أو الكلور

«صفات الأزوت» — جل صفات الأزوت سلبية اذ أنه لا يميل الى الاتحاد مع العناصر الأخرى . على أن هذا الفتور العظيم في الأزوت المنفرد يقابله نشاط كيميائي عظيم في مركباته على العموم ، فإن كثيرا منها يعد بين الأجسام الهامة جدا . ويحتوي كثير من العقاقير والسموم الفعالة على الأزوت ، مثل الكينين أي ك. ٢٠ يده ٢٢ ز ٢١ والإستيريين أي ك. ٢١ يده ٢٢ ز ٢١ والحامض الأيدروسيانيك (الحامض البرسيك) أي يد ك ز . كما أن معظم المواد المفرقة من مركبات الأزوت مثل أزوتوجلسرين أي ك. ٣١ يده ٣٢ ز ٣١ والقطن البارودي أي ك. ٣١ يده ٣٢ ز ٣١ وغيرها كثير

«الأزوت في غذاء الحيوان والنبات» — الأزوت من الأجزاء الجوهريّة الداخلة في تركيب أغذية الحيوان والنبات . فالحيوان يتغذى به متحدا مع

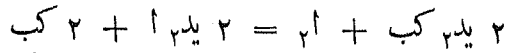
الكربون والأيدروجين والأكسجين وعناصر أخرى في مركبات معقدة التركيب تسمى "الأليومينيدات" في حين أن النبات يتغذى به في شكل أزوتات على الأكثر . ولا ينتفع بالأزوت المنفصل في الهواء إلا بعض أنواع النبات في أحوال خاصة جدا . وسنرى في الأبواب الآتية أن النبات ، على الرغم من كونه محاطا بالهواء الذي نحو ثلاثة أرباعه وزنا من الأزوت ، لا يستفيد منه شيئا . ولذلك كان الأزوت المتحد أحد الأجزاء الجوهرية ذات القيمة العظمى في تركيب الأسمدة التي تمد النبات بالغذاء

وغالب الأزوت الداخل في غذاء الانسان والحيوان يطرده الجسم في ضمن المركب المسمى بالبُولينا (اليوريا) وفي ضمن مركبات أخرى يحتوى عليها البراز . ومما يوجب الأسف أن هذه المركبات الأزوتية في غالب الأحيان تسيل في المجارى ثم تصب في الأنهار فتفسدها وتُراق عند النهاية في البحار فيضيع بذلك الأزوت المتحد وهو كما لا يخفى عظيم النفع في الزراعة

**الكبريت** — يوجد الكبريت في الكون منفردا ومتحدا . فيوجد عنصرا في الجهات البركانية وعلى الخصوص في جزيرة صِقلية . ويوجد متحدا في ضمن الأيدروجين المكبرت أى يدم كـب في كثير من المياه المعدنية وعلى شكل كبريتوز فلزات كثيرة مثل الحديد وهو المركب المسمى بالبَيْرِيتِيزِ أى ح كـب (ثاني كبريتوز الحديد) والرصاص وهو المركب المسمى بالجلينا أى مركب والزنك وهو المركب الذي يقال له اليِلْدُ أى خ كـب . وكذلك يوجد على شكل كبريتات بعض الفلزات مثل الكلسيوم الذي يوجد من كبريتاته نوعان أحدهما "مائي" ويسمى الجِص أو السِّلِينِيتِ أى كا كـب اء , ٢ يدم اء والآخر "غير مائي" أى كا كـب اء ومثل الباريوم وهو المركب المسمى بالبَيْرِيتِيزِ أو الإسْبَار الثقيل أى با كـب اء

وكبريتات الكلسيوم كثير الانتشار في الكون وبسبب كونه يذوب في الماء نجده في أغلب مياه الينابيع والأنهار

«استخلاص الكبريت» — يمكن الحصول على الكبريت بواسطة أكسدة الأيدروجين المكبرت أكسدة جزئية . وهاك المعادلة :



وهذه الكيفية تستخلص الآن بمقادير عظيمة من الكبريت . أما الأيدروجين المكبرت فانه يستخلص من المركبات الثانوية التي تتكون أثناء صناعة "رماد الصودا" (كربونات الصديوم) من ملح الطعام

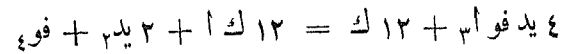
«صفات الكبريت» — الكبريت جسم أصفر اللون هش سريع الالتهاب يحترق في الهواء بلهب مائل الى الزرقة ويكون الغاز الخاق المسمى "ثاني أكسيد الكبريت" أى كـب اء وفي الوقت ذاته يتكون مقدار صغير من "ثالث أكسيد الكبريت" أى كـب اء وبتحاده هذا الأخير مع بخار الماء الذي يوجد دائما في الهواء يتكون الحامض الكبريتيك أى يدم كـب اء . وللكبريت كالكربون ثلاثة أشكال تختلف خواصها الطبيعية

ومركبات الكبريت غير المتأكسدة والناقصة التأكسد عظيمة الضرر بالنبات ولكن الكبريتات ليس غير ضار فقط بل هو من الضرورة للنبات بمكان . ويدخل الكبريت في تركيب المواد الزلالية في الحيوان والنبات . وعند تعفن هذه المواد ينفصل الكبريت منها في ضمن المركب المسمى بالأيدروجين المكبرت وهو الذي يتميز برائحته الكريهة المؤثرة في الشم من بين الأجسام الأساسية التي تتكون عند فساد زلال البيض

**الفسفور** — لا يوجد الفسفور الا متحدا ومركباته كثيرة الانتشار في صخور الأرض لاسيما الفسفات غير أن مقاديرها صغيرة . وتوجد في بعض الجهات رواسب من فسفات الكلسيوم الثلاثي أى كام فو ٢ اء وهي مرتفعة

النَّثْن لاسْتِعْمَالِهَا فِي التَّسْمِيدِ . وَتَحْتَوِي كُلُّ الْأَرْضِي الْخَصْبَةِ عَلَى مَقَادِيرَ صَغِيرَةٍ مِنَ الْفَسْفَاتِ يَسْتَخْلَصُهَا النَّبَاتُ . فَإِذَا مَا تَغَذَّى الْحَيَوَانَاتُ بِالنَّبَاتِ تَجْمَعُ الْفَسْفَاتُ فِي عِظَامِهِ وَفِي أَجْزَائِهِ الصَّلْبَةِ الْأُخْرَى كَالْأَسْنَانِ وَالْمَحَارِ

«استخلاص الفسفور» — فِي الْحَصُولِ عَلَى عِنَصْرِ الْفَسْفُورِ شَيْءٌ مِنَ الصَّعُوبَةِ بِسَبَبِ مِيلِهِ الشَّدِيدِ لِلْأَكْسِجِينِ وَلَكِنْ يُمْكِنُ اسْتِخْلَاصُهُ بِمُعَالَجَةِ الْحَامِضِ الْمُنَافَسُورِيكِ بِالْكَرْبُونِ فِي دَرَجَةِ حَرَارَةٍ مَرْتَفَعَةٍ وَالْمُعَادَلَةُ الْآتِيَةُ تَبَيِّنُ أَهْمَ التَّغْيِرَاتِ الْكِيمِيَاءِيَّةِ الَّتِي تَحْدُثُ أَثْنَاءَ التَّفَاعُلِ :



«صفات الفسفور» — الْفَسْفُورُ عَلَى الْحَالَةِ الَّتِي يَسْتَخْلَصُ بِهَا عَادَةً جِسْمٌ مَصْفَرٌ اللَّوْنُ شَبِيهِ بِشَمْعِ الْعَسَلِ إِذَا عَرِضَ لِلْهَوَاءِ انْبَعَثَ مِنْهُ ضَوْءٌ ضَائِلٌ . وَهَذِهِ الْخَاصَةُ هِيَ مَرَجِعُ اسْمِهِ الْمَأْخُوذُ عَنِ اللُّغَةِ الْيُونَانِيَّةِ وَمَعْنَاهُ «حَامِلُ الضَّوءِ»

وَسَبَبُ انْبِعَاثِ الضَّوءِ التَّأَكْسِدُ الْبَطِيءُ . وَمَعَ أَنَّ الْإِضَاءَةَ تَبْتَدِئُ فِي دَرَجَةِ حَرَارَةٍ مُنْخَفِضَةٍ فَإِنَّ هُنَاكَ سَخُونَةً تَنْشَأُ مِنَ التَّأَكْسِدِ وَتَرْفَعُ دَرَجَةَ الْحَرَارَةِ غَالِبًا إِلَى قَدَرِ عَالٍ (٩٠° مِثْوِيَّةً تَقْرِيْبًا) يَكْفِي لِاحْدَاثِ احْتِرَاقٍ سَرِيعٍ فَيَشْتَعِلُ الْفَسْفُورُ بِالْفِعْلِ . وَيَحْتَرِقُ الْفَسْفُورُ فِي الْهَوَاءِ بِضَوْءٍ أَبْيَضٍ يَكَادُ يَخْطِفُ الْأَبْصَارَ وَيَرْتَفِعُ إِذَا ذَاكَ خَامِسُ أَكْسِيدِ الْفَسْفُورِ أَيْ فَوْ ١ هـ كَالسَّحَابِ الْكَثِيفِ وَبِذَوْبَانِ هَذَا فِي الْمَاءِ يَتَكُونُ الْحَامِضُ الْفَسْفُورِيكِ أَيْ يَد ٣ فو ١ هـ

وَالْفَسْفُورُ سَمٌّ نَاقِعٌ وَيَسْتَعْمَلُ بِمَقَادِيرَ وَافِرَةٍ فِي صِنَاعَةِ الْأَعْوَادِ الْكِبْرِيَّةِ وَفِي بَعْضِ الْأَحْيَانِ يَتَّخَذُ سَمًّا لِلْفِرْيَانِ . وَنَحْصِرُ أَهْمِيَّتَهُ الْعَظْمَى مِنَ الْوُجْهِةِ الزَّرَاعِيَّةِ فِي اسْتِعْمَالِ بَعْضِ مَرْكَبَاتِهِ أَيْ الْفَسْفَاتِ سَمَادًا وَفِي عِلَاقَتِهِ بِالْمَوَادِّ الشَّحْمِيَّةِ وَالزَّلَالِيَّةِ مِنْ جِسْمِ الْحَيَوَانَاتِ وَغِذَائِهِ

الكلسيوم — يَوْجَدُ هَذَا الْعِنَصَرُ فِي الْكُونِ بِكَثْرَةٍ وَلَا يَعْثُرُ عَلَيْهِ إِلَّا مُتَحَدًا وَيَوْجَدُ مَرْكَبَاتُهُ أَيْ كَال ٣ هـ بِمَقَادِيرَ وَافِرَةٍ جَدًّا فِي الطَّبَاشِيرِ وَالْأَحْجَارِ الْخَبْرِيَّةِ

وَالرَّخَامُ . وَكِبَرِيَّتَاتُهُ الَّتِي عَلَى شَكْلِ جِصٍّ (سِلِينِيَّت) أَيْ كَال ١ هـ , ٢ يَد ٣ هـ وَافِرُ الْمَقْدَارِ أَيْضًا

وَيَدْخُلُ سِلِكَاتُ الْكَلْسِيُومِ فِي تَرْكِيبِ كَثِيرٍ مِنَ الْمَعْدِنِيَّاتِ . أَمَّا الْكَلْسِيُومُ نَفْسُهُ فَهُوَ فَلَزٌ سَهْلٌ التَّأَكْسِدُ يَصْعَبُ اسْتِخْلَاصُهُ وَأَهْمِيَّتُهُ قَلِيلَةٌ . وَأَمَّا أَكْسِيدُهُ أَيْ كَال ١ هـ فَهُوَ الْجِسْمُ الْمَهْمُ الْمُسَمَّى بِالْجَلِيرِ الْحَيِّ

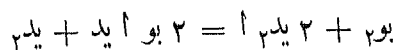
وَالْكَلْسِيُومُ جُزْءُ جَوْهَرِيٍّ فِي غِذَاءِ النَّبَاتِ وَلَكِنْ مَرْكَبَاتُهُ تَقُومُ فِي التُّرْبَةِ الْأَرْضِيَّةِ بِوُضَائِفٍ أَكْثَرَ أَهْمِيَّةٍ سَنَأْتِي عَلَيْهَا بَعْدَ

البوتسيوم — يَوْجَدُ الْبُوتَسِيُومُ فِي كَثِيرٍ مِنَ الْمَعْدِنِيَّاتِ وَغَالِبُ السِّلِكَاتِ يَحْتَوِي عَلَى مَقْدَارٍ صَغِيرٍ أَوْ كَبِيرٍ مِنْهُ وَرَبْمَا كَانَ جُزْءًا جَوْهَرِيًّا فِي بَعْضِهَا كَالْأَرْتُكْسَالِيسِ أَيْ لُوم ٣ هـ , بُو ١ هـ , ٦ س ١ هـ وَالبَلَقِ (الْمِيكَا) أَيْ بُو ١ هـ , ٣ لُوم ٣ هـ , ٤ س ١ هـ وَيَوْجَدُ الْبُوتَسِيُومُ أَيْضًا فِي مِيَاهِ الْبَحَارِ وَمِنْهَا تَجْمَعُ أَعْشَابُ الْبَحْرِ مَقَادِيرَ وَافِرَةٍ مِنْ مَرْكَبَاتِهِ

وَمِنَ الرُّوَاسِبِ الْمَالِحِيَّةِ فِي اسْتِسْفَرَتْ تُسْتَمَدُّ كِمِيَّاتٌ عَظِيمَةٌ مِنَ الْبُوتَسِيُومِ الَّتِي يَحْتَاجُ إِلَيْهِ فِي الصَّنَاعَةِ وَفِي الْأَسْمَدَةِ وَسَنَسْتَوْعِبُ شَرْحَ هَذِهِ الرُّوَاسِبِ بَعْدَ

«استخلاص البوتسيوم» — يُمْكِنُ اسْتِخْلَاصُ هَذَا الْعِنَصَرِ بِمُعَالَجَةِ كَرْبُونَاتِهِ أَوْ أَيْدُرْكُسِيدِهِ بِالْكَرْبُونِ فِي دَرَجَةِ حَرَارَةٍ عَالِيَةٍ جَدًّا

«صفات البوتسيوم» — الْبُوتَسِيُومُ مَعْدَنٌ لَامِعٌ بَرَّاقٌ لَيِّنٌ جَدًّا سَهْلٌ التَّأَكْسِدُ إِلَى حَدٍّ يَجِبُ مَعَهُ ابْعَادُهُ عَنِ مَلَامَسَةِ الْهَوَاءِ أَوْ الرُّطُوبَةِ . وَتُسْتَعْمَلُ النَّفْثَاتُ غَالِبًا لَوْقَايَتِهِ مِنْ ذَلِكَ . وَبِتَأْثِيرِ الْبُوتَسِيُومِ فِي الْمَاءِ يَتَكُونُ أَيْدُرْكُسِيدُ الْبُوتَسِيُومِ وَيَنْفَصِلُ الْأَيْدُرُوجِينُ . وَهَٰكَذَا الْمُعَادَلَةُ :



وَبِسَبَبِ ارْتِفَاعِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ الَّتِي تَنْشَأُ مِنْ هَذَا التَّفَاعُلِ يَنْصَهَرُ الْمَعْدَنُ وَيَتَشَكَّلُ بِشَكْلِ كُرَةٍ تَسْبَحُ فَوْقَ سَطْحِ الْمَاءِ وَتَحْدُثُ أَزْيَازٌ وَيَشْتَعِلُ الْأَيْدُرُوجِينُ وَيَصِيرُ لَهْبُهُ بِنَفْسَجِيَا بِسَبَبِ بُخَارِ الْبُوتَسِيُومِ

الأجزاء الطينية والمواد العضوية التي تشتمل عليها تربة الأرض وتحفظها في شكل مركبات غير قابلة للذوبان ولكن أملاح الصوديوم سهلة الإزالة بواسطة الماء الذي يتقلها الى المصارف

المجنيزيوم — يوجد هذا العنصر في أنحاء كثيرة من الكون ضمن كربوناته وسيليكاته . وهو في ذاته فلز له لمعان الفضة خفيف جدا قابل للاحتراق في الهواء وفي الأكسجين مع ضوء أبيض شديد البريق يكاد يخطف الأبصار ومركباته الأكثر استعمالا في الصناعة هي المجنيزيا (أكسيد المجنيزيوم) أى ما ١ وكربونات المجنيزيوم أى ما ك ٣ وكبريتات المجنيزيوم (ملح إبسم أو الملح الانجليزي) أى ما ك ب ١ ، ٧ يدم ١

ويوجد المجنيزيوم في رماد النبات ويظهر أنه ضرورى ولكن لندرة وجود تربة مفتقرة اليه كانت أهميته العملية قليلة من الوجهة الزراعية

الحديد — يدخل الحديد في تركيب عدد عظيم من الأجسام . والمعدنيات الآتية كثيرة في الكون ولها قيمة عظيمة بسبب اشتغالها على الحديد وهي : الهيماتيت أى ح ٢ ٣ والمجنيتيت (الحجر المغناطيسى) أى ح ٣ ١ ، ومعدن الحديد الأسبابى أى ح ك ٣ ١

ولعنصر الحديد حالتان من وجهة التأكسد : حالة الحديدوز وهي التي يكون الحديد فيها ثنائى القوة الذرية . وحالة الحديدك وهي التي يكون فيها ثلاثى القوة الذرية . ويكون الحديد في الحالة الأولى أملاحا بيضاء أو خضراء وفي الحالة الثانية أملاحا حمراء أو صفراء . وتوجد مركبات الحديدوز غالبا في الصخور أو المعدنيات على أعماق بعيدة في الأرض ولكنها تتحد عند استخراجها الى السطح مع أكسجين الهواء فتتحول الى مركبات الحديدك . وتغير الحديد من حالة الى أخرى يظهر من تغير لون الصخور والمعدنيات ويكون هذا في الغالب من اللون الأخضر أو الأشهب (الرمادى) الى الأحمر أو الأصفر

ومركبات البوتسيوم ذات شأن عظيم في الزراعة وهي أجزاء ضرورية لجميع الأراضي الخصبة . ويظهر أن لها دخلا كبيرا في نمو النبات وزيادة حجمه . وتوجد منها مقادير وافرة في العساليج والأوراق الصغيرة وفي الأجزاء النامية الأخرى . والبوتسيوم في النبات متحد مع حوامض شتى مثل الحامض الأزوتيك والحامض الكوردريك وفي الغالب يكون متحدا مع حوامض عضوية مثل الحامض الأكسليك أى يدم ك ١ ١ ، والحامض الليمونيك (الستريك) أى يدم ك ١ ١ يده ١ ١ ، والحامض الطرطريك أى يدم ك ١ ١ يده ١ ١ ، والحامض المالكى أى يدم ك ١ ١ يده ١ ١ . ويوجد البوتسيوم في رماد النبات ضمن الكربونات الذي يكون الجزء الهام من رماد أعصاب الأشجار وأوراقها وأملاح البوتسيوم سهلة الذوبان في الماء الا أن بعض الأجزاء المكونة للتربة الأرضية تمتصها ويحفظها ولهذا كان فقدانها بواسطة الرشح أمرا لا يخشى منه الا قليلا .

الصوديوم — الصوديوم منتشر كثيرا في الكون ويدخل في تركيب عدد كبير من السلكات . وأكثر مركباته وجودا الكورور أى ص كل ك الملح الجبلى وكالفسم الأعظم من الأملاح الذائبة في مياه البحار

ويستخلص الصوديوم بمعالجة كربوناته أو أيديركسيده بالكربون أو بتأثير التيار الكهربائى في ملح الطعام

وخواصه تشابه خواص البوتسيوم . ومركباته تستعمل في الصناعة وطريقة تكوين كربوناته من أكبر الصناعات الكيميائية وأهمها

ويوجد الصوديوم في غالب النباتات ولكنه على ما يظهر ليس ضروريا للنمو الا في بعض الأنواع

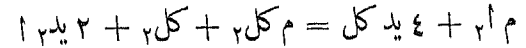
ومن الفروق العجيبة بين مركبات الصوديوم ومركبات البوتسيوم المتشابهة كثيرا في الخواص ان أملاح البوتسيوم ، حينما تكون ذائبة في الماء ، تمتصها

وتشتمل التربة الجيدة على مركبات الحديدك دون مركبات الحديدوز والحديد ضرورى للنبات ولكن المقدار الذى يحتاج اليه منه قليل . وجل البقاع الزراعية يحتوى على أكثر من القدر الضرورى

الكور — هذا العنصر كثير الوجود فى الكون خصوصا اذا كان متحدا مع الصديوم كالملاح الجبلى الذائب فى مياه البحار والعيون . وله مركبات أخرى فى شكل معدنيات

«استخلاص الكور» — يستخلص الكور عادة بأكسدة الحامض الكوردرىك أى يد كل فيكون الأيدروجين ماء باتحاده مع الأكسجين وينفصل الكور

ويمكن استعمال كثير من الأجسام لاحداث هذا التأكسد ولكن أكثرها استعمالا أكسيد المنجنيز الأسود (ثانى أكسيد المنجنيز) أى م ١٠ فانه اذا سخن مقدار منه مع الحامض الكوردرىك المتداول ينفصل نحو نصف الكور الداخلى فى تركيب الحامض . ولكون هذا الغاز يزن مقدار حجمه من الهواء مرتين ونصفا تقريبا يمكن جمعه بتوصيله الى قاع إناء فوهته إلى أعلى . وهاك المعادلة :



أوصاف الكور — الكور غاز أخضر ضارب الى الصفرة ذورائحة خانقة مهيجة للأغشية وهو سهل الذوبان فى الماء وفيه نشاط كيميائى عظيم ، اذ أنه يتحد بسهولة مع غالب الفلزات ويظهر ميلا شديدا جدا للاتحاد بالأيدروجين ويمكن تحويل الكور الى سائل بواسطة الضغط والتبريد

وخواص الكور ذات القيمة العظمى فى الصناعة هى :

تنصيله الألوان (إزالتها) وتطهيره الأشياء من الميكروبات وإزالته رائحة الأجسام

تنصيل الكور الألوان — الكور يحو معظم المواد العضوية الملونة بسهولة . ولهذا يستعمل بكثرة فى تنصيل المنسوجات النباتية كالقطنية والكتانية

ولكن لا يمكن استعماله فى تنصيل المصنوعات الصوفية أو الحريرية ، لأنه يضر بالألياف . ولا ينصل الكور اللون الا عند وجود الماء . وعمله فى الحقيقة من قبيل الأكسدة . والكور ذاته لا يحلل الماء إلا عند وجود ضوء قوى (ضوء الشمس) وتنصيله الألوان ناشئ من أمرين : أولهما شغفه بالاتحاد مع الأيدروجين ، وثانيهما ميل المادة العضوية الملونة الى الاتحاد مع الأكسجين . فيحدث من ذلك تحلل الماء ، وتتكون مادة عضوية متأكسدة لالون لها فى الغالب كما يتكون الحامض الكوردرىك

وعمل الكور فى التطهير من قبل هذا التأثير على ما يظن . فيتحد أكسجين الماء مع المادة العضوية والميكروبات فيها

السليسيوم (السليكون) — هذا العنصر كثير الوجود جدا فى صخور القشرة الأرضية . ومع أنه موجود فى رماد كثير من أنواع النبات ، وعلى الرغم من أن له دخلا كبيرا فى تركيب التربة الأرضية ، يظهر أنه ليس ضروريا فى غذاء النبات وقد ظهر للبيان حديثا أن وجود السلكا القابل للذوبان فى التربة الأرضية يكسب النبات قدرة على المعيشة ، اذا كان مقدار الحامض الفسفوريك فى التربة أقل من القدر الضرورى لحياته فى حالة عدم وجود السلكا

أما العنصر ذاته فقليل الأهمية . ويمكن استخلاصه من السلكا أى س ١٠ بتأثير جسم شديد الميل للأكسجين . وأليق واسطة لهذا الاختزال الفلزات القلوية مثل البوتسيوم والصديوم ومسحوق المجزوم

والسليسيوم جسم صلب أسفع (بني اللون) ذو أشكال مختلفة كالكرتون والكبريت ويكثر وجود أكسيده أى السلكا فى الكون منفردا أو دخلا فى تركيب أجسام أخرى . أما فى حالة الانفراد فتجد منه الأشكال الثلاثة الآتية : الكورتر والصوان والرمل . وأما فى حالة التركب فتجد فى طائفة من المعدنيات كثيرة العدد عظيمة النفع تسمى السلكات . ويقدر السلكا بنحو نصف المادة الصلبة للقشرة الأرضية

## الباب الثانى فى الهواء الجوى

صفاته الطبيعية — يعيش غالب النباتات والحيوانات الأرضية محاطا بهواء. ويتوقف كثير من التقلبات الضرورية للحياة مباشرة على تغيرات كيميائية لأجزاء الهواء دخل فيها. وللحواء أيضا عمل كبير في تكوين الأراضي وفي التغيرات التي تحصل لأجزائها. ومن ذلك يرى أنه من الضروري أن يكون الطالب على علم بخواص الهواء الجوى وتركبه حتى يتسنى له أن يفهم كنه الظواهر الكيميائية التي لها دخل في حياة النبات والحيوان وفي نمو كل منهما

يتبادر للأذهان أن الجو الذى بين السماء والأرض فارغ لأن الهواء الذى يشغله في الحقيقة لا تتركه الأبصار ولا يعوق كثيرا من الأجسام عن الحركة ولذا يسبق إلى الوهم أنه ليس بجسم. غير أننا نعلم حق العلم أننا إذا حركنا جسما ذا سطح كبير حركة سريعة، نحس بمقاومة عظيمة للحركة وهذا يثبت أن الهواء جسم من الأجسام. وفضلا عن هذا فإننا إذا نكسنا اناء ترسيب أو كوبا مثلا وغمرنا فيه في الماء نشاهد أن الماء يدخل إلى حد معين ثم يقف بسبب ضغط الهواء داخل الكوب. وكثير من الظواهر البسيطة عدا ما تقدم ذكره يثبت أن الهواء جسم

ومن السهل جدا أيضا أن نثبت أن للهواء وزنا. وطريقة ذلك أن نأخذ دورقا كروى الشكل ذا سداد من الصمغ المرن تخرج منه أنبوبة قصيرة من الزجاج قد ألبس طرفها في أخرى من الصمغ المرن لها محبس يتيسر بواسطته فتحها واقفلها، وبذلك يمكننا أن نستخرج جزءا عظيما من هواء الدورق، إما بواسطة مِصص هوائى أو بواسطة وضع مقدار صغير من الماء في الدورق وتسخينه إلى درجة الغليان، مع فتح الأنبوبة الصمغية فيطرد بخار الماء الهواء من الدورق. فإذا أغلقنا الأنبوبة بواسطة المحبس وأبعدنا الدورق عن النار تكاثف

بخار الماء بالتدريج. ومتى برد الدورق تماما أمكننا أن نزنه بالدقة. ثم إذا فتحنا الأنبوبة لحظة دخل الهواء إلى الدورق ليحل محل البخار الذى تكاثف وسمع له صوت أثناء ذلك. وبوزن الدورق مرة أخرى نرى أن وزنه زاد وليست هذه الزيادة إلا وزن الهواء الذى دخل الدورق. وبهذه الطريقة يمكننا أن نبين أن اللتر من الهواء في الأحوال المعتادة يزن  $\frac{1}{16}$  جرام أى أن ١٠٠٠ قدم مكعب تزن نحو ٨٠ رطلا انجليزي

ويندفع الهواء إلى سطح الأرض بسبب ثقله. وأجزاؤه القريبة من السطح مضغوطة بثقل الهواء الذى من فوق. ومن هذا نرى أن كل الأجسام التي على الأرض معرضة لضغط الهواء من فوقها ومن جوانبها. لأن الهواء كباقي الأجسام السائلة ينقل الضغط إلى كل الجهات. وهذا الضغط شديد فانه في مستوى سطح البحر يبلغ على المتوسط نحو ١٠٣٣ جراما لكل سنتيمتر مربع. وهذا الضغط يبين وزن الهواء مباشرة. فكل متر مربع من السطح في مستوى البحر يحمل ١٠٣٣٠ كيلو جراما من الهواء أى أن وزن الهواء فوق القدان المصرى نحو ٤٢٧١ طنا

البارومتر أو مقياس ضغط الهواء — يقاس ضغط الهواء بواسطة أداة تسمى مقياس ضغط الهواء. وأبسط أشكاله أنبوبة من الزجاج، يفضل أن يكون تجويفها واسعا شيئا ما، ويتراوح طولها بين ٨١ و ٨٤ سنتيمترا. وأحد طرفيها مملووم والآخر مفتوح وقد أغمست بالزئبق ثم نكست في اناء فيه زئبق أيضا. فعند ذلك يهبط الزئبق في الأنبوبة نحو ٦ سنتيمترات ثم يستقر ويكون سطحه الأعلى مرتفعا عن سطح زئبق الاناء بنحو ٧٦ سنتيمترا. وانما يحصل هذا التوازن إذا كان وزن عمود الزئبق مساويا لوزن عمود من الهواء مَقَطَّعُه يساوى مَقَطَّع عمود الزئبق وقاعدته على سطح الزئبق في الاناء ويمتد في ارتفاعه إلى أقصى حد للهواء الجوى. وهذا البارومتر على بساطته أحسن البارومترات وأضبطها متى كانت الطريقة التي تستعمل لقياس البعد الرأسى بين سطحي الزئبق في الأنبوبة والاناء دقيقة

ومن أنواع البارومترا "الزحاجة الجوية" المعتادة التي تسمى أيضا "البارومتر ذي العجلة" وهي وإن أمكن جعلها حساسة ، أى صالحة لأن تبين أقل تغير في الضغط ، ليست من الدقة في شيء

ومنها أيضا "البارومتر المفرغ" وهو عبارة عن صندوق من الصلب قد أفرغ من الهواء تماما فبواسطة ضغط الهواء ينخفض وجه الصندوق قليلا أو كثيرا على حسب قوة الضغط بسبب مرونة الصلب وتنتقل هذه الحركة بواسطة سلسلة مثبتة في وسط وجه الصندوق الى عقرب يدور في وجه ساعة وتنظم حركة العقرب بواسطة ألوى دقيق ( زنبك ) . وبهذه الكيفية تظهر الحركة الصغيرة لوجه الصندوق واضحة

ولما كان ارتفاع البارومتر مقياسا للضغط وكان هذا تابعا لثقل الهواء العلوى كان من البين أن ضغط الهواء ينقص كلما زاد العلو عن مستوى سطح البحر ويتبعه في النقصان ارتفاع البارومتر

ومن هنا يظهر أن من الممكن قياس ارتفاع الأماكن عن مستوى سطح البحر بواسطة البارومتر . ولكن ارتباط الفرق بين الارتفاعين الرئيسين لمكانين عن مستوى سطح البحر بالفرق بين ارتفاعي عمود البارومتر في هذين المكانين تابع لعدة أمور . وعلى سبيل التقريب نجد أنه في الأماكن التي يقرب ارتفاعها من مستوى سطح البحر كلما صعدنا ٢٧٤ مترا انخفض البارومتر ٢,٥ سنتيمتر ولكن بعد علو قدره ١٥٢٤ مترا عن مستوى سطح البحر كلما صعدنا ٣٣٥ مترا انخفض البارومتر ٢,٥ سنتيمتر

ويتغير حجم الهواء بكافى الغازات بتغير الضغط أو درجة الحرارة

فإذا كانت درجة الحرارة ثابتة كان حجم أى مقدار من الغاز مناسباً عكسيا للضغط . وقد اكتشف بويل هذا الارتباط في سنة ١٦٦١ وهو ارتباط يكاد يكون حقيقيا بالنسبة لجميع الغازات إذا كان اختلاف الضغط قليلا

وإذا كان الضغط ثابتا كان حجم الغاز مناسباً طرديا لدرجة الحرارة مبتدئة من الصفر المطلق الذى يظهر أنه عند حد يساوى ٢٧٣° مئوية أو ٤٩١° فهرنهايت تحت درجة ذوبان الثلج أى ٢٧٣° م أو ٤٥٩° ف وبواسطة استعمال هذين القانونين العامين أصبح من السهل حساب الحجم الذى يشغله مقدار معين من أى غاز في درجة حرارة معلومة وتحت ضغط معين ، متى علم حجمه في درجة أخرى وتحت ضغط آخر . فإذا فرضنا أن حجم مقدار من أى غاز ١٠٠٠ سنتيمتر مكعب وهو في درجة حرارة قدرها ١٥° م وتحت ضغط قدره ٧٤٠ مليمترا من الزئبق ، أمكننا أن نعين الحجم الذى يشغله المقدار عينه في درجة حرارة قدرها ٢٠° م وتحت الضغط ٧٦٠ مليمترا . وذلك بأن نعتبر :

أولا — تأثير تغير درجة الحرارة ، فنجد أن درجة الحرارة المطلقة التي تقابل ١٥° م هي ٢٧٣ + ١٥ = ٢٨٨° م وأن الدرجة المطلقة التي تقابل ٢٠° م هي ٢٧٣ + ٢٠ = ٢٩٣° م وقد علمنا أن الحجم مناسب طرديا لدرجة الحرارة المطلقة . فبناء على ذلك يكون الحجم  $1000 \times \frac{293}{288}$  إذا كان الضغط ثابتا .

ثانيا — تأثير الضغط ، فنجد أنه يتغير من ٧٤٠ الى ٧٦٠ مليمترا ومن ذلك نرى أن الحجم ينقص ويصير  $1000 \times \frac{740}{760} \times \frac{293}{288} = 1004,3$  سنتيمترات مكعبة

تركيب الهواء من الوجهة الكيميائية — الهواء عبارة عن مخلوط آليّ مكون من غازات عدة ، منها ما هو موجود دائما وإن اختلفت كميته ومنها ما يكاد يكون غير موجود أحيانا . والغازات الرئيسية هي :

الأزوت	بخار الماء
الأكسجين	غاز النشادر (الأمونيا)
الأزجئون	الحامض الأزوتيك أو أكاسيد الأزوت
ثانى أكسيد الكربون	الأزون



**الأزوت** — هو أكثر أجزاء الهواء كمية وأقلها اختلافا في المقدار ويحتوى الهواء الجاف منه على نحو ٧٨ ٪ بالججم أو ٧٥,٥ ٪ بالوزن ومع أنه كثير الى هذا الحد ليس له الا ارتباط ضعيف جدا بالتغيرات التي تحدث في الهواء . وفي الحقيقة يمكننا أن نقول أن وظيفته الهامة تلطيفه لعمل الأكسجين . وقد ثبت أن بعض المزروعات يتغذى من الأزوت المنفرد الذى في الهواء بواسطة درنات على جذورها . ومن المظنون أن بعض النباتات الدنيئة ذو قدرة على استعمال الأزوت المنفرد مباشرة ولكن معظم النباتات ليس له ، على ما يظهر ، قدرة على استعمال الأزوت الا اذا كان على حالة اتحاد وأفضل حالات الاتحاد الأزوتات

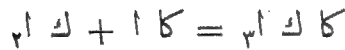
**الأكسجين** — هو الجزء الأكثر تأثيرا من سائر أجزاء الهواء والظاهر أن مقداره فيه أكثر تغيرا . ويحتوى الهواء الجاف منه في المتوسط على ٢١ ٪ بالججم أو ٢٣,٢ ٪ بالوزن . وبسبب عمليات التأكسد الكثيرة العدد التي تحصل في الهواء ، نجد أن مقدار الأكسجين عرضة للاختلاف في بعض الأماكن ولكن هذا الاختلاف ليس بالعظيم الى الدرجة التي تنتظر من هذا التأكسد الكثير . وذلك بسبب تأثير الانتشار والسيارات الهوائية والرياح والأعمال المعوضة لهذا الفقد التي تقوم بها النباتات الخضراء . وعلى العموم نجد أن مقدار الأكسجين في المدائن وفوق المستنقعات أقل بمقدار قليل منه في الفضاء المطلق أو فوق البحر . ولا يختلف مقدار الأكسجين في الفضاء كثيرا إذ أنه يتراوح بين ٢٠,٥ ٪ مقدرا بالججم

**الأزوت** — هو جسم عرف حديثا وهو قليل الأهمية من الوجهة الزراعية ومن أى وجهة عملية . وهو غاز أثقل من الأيدروجين بنحو ١٩,٩ مرة ومن صفاته المميزة له الخمول ، فانه لا يدخل في أى تفاعل كيميائى على ما نعلم ويظهر أنه غير قادر على الاتحاد مع العناصر الأخرى ، بل ذراته نفسها لا يتحد بعضها مع بعض . ولذلك تختلف جزيئاته عن جزيئات غالب الغازات بأنها مركبة من ذرة واحدة . ومقداره في الهواء نحو ٠,٨٤ ٪ بالججم أو ١,٣ ٪ بالوزن

والعناصر التي عرفت حديثا أيضا في الهواء هي : الهليوم والنيون والإكزيتون والزينون ومقاديرها متناهية في الصغر ولا دخل لها في التغيرات الكيميائية على مانع من أمرها

**ثاني أكسيد الكربون** — كميته في الهواء صغيرة ولكنه من الأهمية بمكان . ومقاديره المثوية مختلفة تزيد باحتراق المواد العضوية وتعفنها وبالتنفس . وتقدر كميته في الهواء على وجه العموم بنحو ٠,٣ ٪ بالججم ولكن يظهر من الأبحاث الحديثة أن كميته أقل من ذلك بشئ يسير . ومقاديره في البر أكثر في الليل منها في النهار . ولا يظهر هذا الاختلاف اليومي فوق البحار . وهناك أسباب كثيرة تنشأ منها زيادة مقدار ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوى أهمها ما يأتي :

- (١) خروج هذا الغاز من البراكين والعيون العميقة وغير ذلك من المصادر الأرضية
- (٢) تأكسد المادة الكربونية مثل احتراق أغلب مواد الوقود وتعفن المواد الحيوانية والنباتية وتنفس الحيوان والنبات
- (٣) تحلل الكربونات بالحرارة كما يحدث عند احتراق الحجر الجيري وهالك المعادلة :



وأعظم عملية ينقص بها مقدار هذا الغاز في الهواء تحليل الأجزاء النباتية الخضراء له بواسطة تأثير ضوء الشمس . فهذه العملية يستبقى النبات الكربون ويحوّله الى مركبات عضوية معقدة التركيب مختلفة النوع يستعملها في تكوين أغشيتها المتنوعة ويعود الأكسجين منفردا الى الهواء الجوى . ومقادير ثاني أكسيد الكربون التي تنتزع من الهواء بواسطة النباتات عظيمة جدا . ويمكننا أن نتصور عظم هذه المقادير بعض التصور ، اذا تذكرنا أن نحو نصف المادة الجافة في غالب أنواع النبات مكون من الكربون وأن الكربون كله مأخوذ من الهواء . ولذا نجد أن المحصول المتوسط لفدان زرع فيه بنجر الحقل (المتجلد)

يستخلص من الهواء قبل أن يتم نضجه نحو ٣٦٧٥ رطلا مصريا من الكربون وهو يقابل مقدار ثاني أكسيد الكربون الموجود في طبقة من الهواء سمكها ٦٠ مترا وتمتد فوق ١٧٣ فدانا مصريا تقريبا . وتأثير عمليتي تأكسد المركبات الكربونية وتحلل ثاني أكسيد الكربون بواسطة النبات في مقدار ثاني أكسيد الكربون الذي في الهواء مستمرا ينقطع . ونتيجة إحدى العمليتين تعادل نتيجة الأخرى على وجه التقريب

### غاز النشادر والحامض الأزوتيك أو بعض أكاسيد الأزوت

توجد هذه غالبا في الهواء ولكن مقاديرها في نهاية الصغر . وقد قدر بعض الباحثين غاز النشادر قرب باريس في المتوسط بنحو ١,٧ ملجرام في كل ١٠٠ متر مكعب في فصل الشتاء وبنحو ٢,١ ملجرام في كل ١٠٠ متر مكعب في فصل الصيف . ووجد آخرون أن مقدار هذا الغاز في يونيه ثلاثة أمثاله في فبراير

ويغلب على الظن أن الحامض الأزوتيك يوجد في الهواء ضمن أزوتات النشادر . ومن المحتمل أن جزءا من الجسم الذي ظن أنه الحامض الأزوتيك ليس في الحقيقة إلا الحامض الأزوتوز ضمن أزوتيت النشادر . ومنبع غاز النشادر على الأرجح تعفن المواد العضوية الأزوتية ويدل على هذا أن مقدار الغاز بالقرب من المدائن أكثر منه في الخلاء

ومقادير هذه الأجسام صغيرة جدا في الهواء ، حتى أنه يصعب كثيرا تقديرها . واكونها سهلة الذوب ، بأن في الماء ينتزع المطر جلها من الهواء ، فتصير بذلك مقاديرها النسبية في المطر أكثر منها في الهواء الجوى . ومن هذا نرى أن تحليل ماء المطر على جانب عظيم من خطارة الشأن في تعيين مقادير هذه وغيرها من المركبات المنتشرة في الهواء

وقد نشرت عدة نتائج لتحليل مياه الأمطار من أشهرها تحليل أنجس إسميث في سنة ١٨٧٣ ومنه اقتبسنا ما سنذكره في الجدول الآتي الذي تدل أرقامه على أجزاء في المليون من ماء المطر :

اسم الجهة التي جمع مطرها	الحمض الكبريتيك	الحامض الأزوتيك	النشادر	النشادر العضوي	الحامض الأزوتيك	الأكاسيد
أرنبدا	٤٨,٦٧	٢,٧٣	٦	٠,١٨	٠,١١	٠,٠٣
إسكتلندا	١٢,٩١	٧,٦٦	٥٩	٠,٩٩	٠,١١	٠,٠٣
»	٣,٣٨	٢,٠٦	٦١	٠,٥٣	٠,١١	٠,٠٣
إنجلترا	٣,٩٩	٥,٥٢	١٣٨	١,٠٧	٠,١١	٠,٠٣
إسكتلندا	٥,٨٦	١٦,٥٠	٢٨٢	٣,٨٢	٠,١١	٠,٠٣
»	٨,٩٧	٧٠,١٩	٧٨٢	٩,١٠	٠,١١	٠,٠٣
إنجلترا	٨,٧٠	٣٤,٢٧	٣٩٤	٤,٩٩	٠,١١	٠,٠٣
»	١,٢٥	٢٠,٤٩	١٦٤٥	٣,٤٥	٠,١١	٠,٠٣
»	٥,٨٣	٤٤,٨٢	٧٦٨	٥,٩٦	٠,١١	٠,٠٣

وقد أظهرت التجارب التي عملت في رُمستد سنة ١٨٨٠ - ١٨٨٩ أن  
في كل مليون جزء من المطر متوسطا قدره ٤٣٦ ر. من الجزء من الأزوت في ضمن  
غاز النشادر و ١٣٩ ر. من الجزء في ضمن الأزوتات . فإذا اعتبرنا أن متوسط  
ما يسقط من المطر سنويا في إقليم ٧٤٣٥ سنتيمترا ، كان مجموع الأزوت الذي  
تجلبه مياه الأمطار لكل فدان مصري من ذلك الإقليم ٢,٩٥٨ رطل مصري  
في ضمن غاز النشادر و ٩٦١ رطل في ضمن الأزوتات . ويجب أن نضم الى  
هذه المقادير نحو ٨٣ رطل من الأزوت الموجود في ضمن المواد العضوية وبهذا  
يصل المجموع الكلي للأزوت الى نحو ٤,٧٥ رطل لكل فدان مصري في العام

وقد أظهرت الأبحاث التي أجريت في سبعة أماكن من أوروبا بين  
سنة ١٨٦٤ و سنة ١٨٧٢ أن في كل مليون جزء من مياه الأمطار متوسطا  
قدره ٤٧ ر. من الجزء من الأزوت الداخل في الحامض الأزوتيك و ١,٣٦ ر.  
من الجزء في ضمن غاز النشادر وهذا يقابل مجوعا قدره ١٠,٣٧ رطل من الأزوت  
المتحد لكل فدان مصري في السنة . وهذه الأرقام أعلى من أرقام التجارب  
التي أجريت في إنجلترا والغالب أن سبب هذا اجراء بعض التجارب الأوروبية  
داخل المدن أو بالقرب منها

وفي الأقطار الحارة نجد أن المقادير على العموم أعظم بكثير . ففي برييتوريا  
من أول يولييه سنة ١٩٠٤ الى ٣٠ يونيه سنة ١٩٠٥ وجدت أن في كل مليون  
جزء من مياه الأمطار متوسطا قدره ١٩٤ ر. جزء من الأزوت الداخل في غاز  
النشادر و ١٩٦ ر. من الجزء في ضمن الحامض الأزوتيك وهو يعادل ٨,٠٤ ر.  
رطل من الأزوت المتحد لكل فدان مصري في العام باعتبار أن مقدار الأمطار  
الساقطة ٦١,٧٥ سنتيمتر

ومما هو جدير بالملاحظة أن هذا القدر من الأزوت يتزل على الأرض  
في بلاد الترسقال أثناء فصل النمو العظيم أي فصل الصيف من سبتمبر الى  
أبريل وذلك لأن أشهر الشتاء هناك تكاد تكون بلا مطر

ولأزوت الهواء المتحد الموجود في ماء المطر أهمية كبرى للنبات . والمقدار  
الذي ذكرناه من قبل نتيجة لتجارب رُمستد ، أعنى ٤,٧٥ رطل من الأزوت  
المتحد لكل فدان في العام ، يعادل نحو ٢٨,٨٤ رطل مصري من أزوتات  
الصودا كما أن المقدار الذي ذكرناه بالنسبة لبريتوريا يقابل ٤٨,٨ رطل من  
أزوتات الصودا أو نحو ٣٨ رطلا من كبريتات النشادر

الأزوتون — هو صنف فعال من الأكسجين يتكون من تأثير الشرر  
الكهربائي في الأكسجين المعناد خصوصا اذا كان الشرر من النوع الصامت  
كما يتكون من التأثير البطيء الذي يحدثه بعض الأجسام القابلة للتأكسد  
في الأكسجين أو الهواء كالفسفور

والأزوتون غاز ذو رائحة غريبة وله قدرة على أكسدة معظم المواد العضوية  
وكثير من المعادن . وكون وجوده في الهواء يعود بالنفع على من يتنفسه أمر  
مشكوك فيه ولكن وجوده دليل على أن الهواء خال من المواد الكربونية القابلة  
للتأكسد ، ومن المحتمل أن وجوده يدل أيضا على خلو الهواء من الجراثيم  
ومقادير هذا الغاز في الهواء مختلفة جدا لكنها صغيرة دائما ويندر وجوده  
في المدائن أو فوق المستنقعات . وهو أكثر وجودا في أوروبا أثناء شهر مايو  
ويونيه خصوصا عقب الزواجر أو الرعد الشديد البرق . وبجانب الأجسام  
التي تقدم ذكرها يوجد في الهواء أجسام أخرى على سبيل الاتفاق . فبالقرب  
من المدن أو في أي مكان يحترق فيه الفحم الحجري نجد أن الهواء يشتمل على  
ثاني أكسيد الكبريت الذي يتحول بالتأكسد الى الحامض الكبريتيك . ولهذا  
نرى أن مياه الأمطار التي تسقط في المدن بيئة الحموضة وهذا هو السبب الأكبر  
في صعوبة انماء النباتات في تلك الأماكن لا سيما الحشائش

ويحتوى الهواء أيضا على ضروب شتى من الأجسام ساجحة فيه فمن ذلك  
الجزيئات الوافرة التي يتكون جلها من ملح الطعام أي ص كل وهذه تنشأ

من القطرات التي تقذفها أمواج البحر المتلاطمة فتصعد في الهواء على حالة رشاش دقيق يتحول الى بخار فيترك هباء منتشرا في الجو من كلورور الصديوم تحمله الرياح الى أماكن شاسعة . وهذا هو منبع أنواع الكلورور التي توجد في مياه الأمطار . ومقاديرها أكثر في الأماكن المجاورة لسواحل البحار ، ولكنا نجد أيضا أن مياه الأمطار داخل القارات على مسافة بعيدة من البحر تحتوي في الغالب على كميات عظيمة من أنواع الكلورور

وبجانب هذه المواد الجبلية الصلبة يحتوي الهواء عادة على بعض الجراثيم أو بويضاتها وهذه أكثر وجودا في هواء المدن أو المواضع التي تتعفن فيها المواد العضوية . ويندر جدا وجودها فوق قمم الجبال

ووجود هذه الجراثيم في الهواء كبير الأهمية إذ منها ينشأ كثير من الأمراض وكثير من أنواع التعفن والتخمر . ولها شأن عظيم في معامل اللبن وفي التخمرات التي تحدث في معامل الحلة (البيرة) وفي صنع النبيذ والمواد الروحية على العموم وفي حفظ جميع أنواع المواد العضوية

## الباب الثالث في تربة الأرض

التربة الأرضية هي تلك الطبقة المتكونة من فئات الصخور وبقايا النبات والحيوان . وتغطي جزءا كبيرا من البر وتحتوي أيضا على كائنات حية مختلفة الأنواع وعلى مقادير مختلفة من الماء والهواء

ويختلف عمق التربة كثيرا ويتراوح في الغالب بين ١٥ و ٣٠ سنتيمترا وقد يصل في بعض الأحيان الى أضعاف هذا المقدار . وتحت هذه التربة العليا نجد التربة السفلى التي تختلف عن العليا في أن درجة التأكسد التي وصلت إليها والمادة العضوية التي تشتمل عليها أقل . وفي كثير من الأحيان نرى الحد الفاصل بين الترتين واضحا جدا . وهذا مسبب في الغالب عن اختلاف لونهما . فلون التربة السفلى على العموم أضعف من لون العليا

ولما كان الجزء الأعظم من التربة مكونا من فئات الصخور كانت خواصها الكيميائية تابعة على الأكثر لطبيعة الصخور التي تحتها

وتنقسم الصخور في عرف علماء الجيولوجيا باعتبار منشأها الى ثلاثة أنواع :  
(١) الصخور النارية — وهي التي تكونت من مادة انصهرت انصهارا عظيما ثم بردت فجمدت

(٢) الصخور الرسوبية — وهي التي تكونت من رسوب المواد السابحة في الماء أو الذائبة فيه في بعض الأحوال (+)

(٣) الصخور المتغيرة — وهي التي تغيرت طبيعتها تغيرا جوهريا بعد رسوبها

ومن النادر أن تكون الصخور "متجانسة" أي جميع أجزائها متماثلة في التركيب وهي في الغالب مكونة من أجزاء مختلفة اختلاط بعضها ببعض . وترى في كثير

أبيض ويؤثر فيه الماء المذيب لثاني أكسيد الكربون بسهولة على الرغم من صلابته فيذوب جل البوتسا بعد تحوله الى كربونات وسلكات . وما بقي بعد هذا التحلل هو الطين الصبني (الكالين) وقانونه لو ٣، ٣ س ٢، ٢ يد ١ وغالب ما يوجد من البوتسا في التربة الأرضية مستمد من الأثرثكلاس

البَلَقْ أو المَيْكَا — هو أيضا من المعديات الكثيرة الوجود ويتميز بكونه عرضة للانشقاق الى صفائح رقيقة مرنة . وأساس تركيبه سلكات الأليومنا والبوتسا أى ٣ لو ٣ و ٣ و ١ و ٤ س ٢ وان كان الغالب وجود أكسيد الحديد فيكون فيه عوضا عن جزء من الأليومنا ووجود المجنزيا أو الجير أو الصودا عوضا عن جزء من البوتسا . ويتحلل الباقي بتأثير الجوف فيه إلا أن تحلله ليس سهلا مثل تحلل الفلسبار . ومنه تستمد التربة البوتسا والجير والحديد لتكوّن منها غذاء للنبات . ومقداره في القشرة الأرضية ٨ في المائة

سلكات المجنزيا — هذا المعدني وافر جدا في الكون والغالب أن يكون جزء من المجنزيا معوضا بالجير أو أكسيد الحديدوز أو أكسيد المنجنيز ومن أمثلة هذا المعدني الطلق (التلك) والإستيت والقانون المين لتركيبهما هو ٦ ما ١، ٤ س ٢، ١ يد ١ والهرنيلند والأوجيت وقانونهما (ما، ك، ح، م) ١، ٣ س ٢ . ويوجدان بكثرة أيضا والغالب احتواؤهما على الأليومنا وأكسيد الحديد . وهذه المعديات تتأثر بالهواء والماء بسهولة فتتحول غالبا الى طين ذى لون لامع ( بسبب وجود الحديد فيها )

كربونات الكلسيوم — يوجد في الكون إما متبلورا بأشكال مختلفة كالصنف المعروف بالكلسيت وهو من المنشورات ذات السطوح المعينة وكالصنف المعروف بالآرجنيت وهو من المنشورات القائمة . وإما ككلا غير متبلورة كحجر الجير والرخام والطباشير . فهذه الأجسام كلها ليست الا كربونات الكلسيوم أى ك ك ٣ غير أن المجنزيوم يحل فيه قليلا أو كثيرا محل الكلسيوم

من الأحيان على شكل بلورات متجاورة . وتسمى هذه الأجسام المكونة للصخور والتي لجزئياتها تركيب محدود وكنه معين تقريبا بالمعدنيات أو الجواهر الأرضية ويتميز بعضها عن بعض تماما في الصخور النارية على الأكثر

### المعدنيات والصخور

المعدنيات الآتية كثيرة الوجود ولها شأن عظيم في الزراعة :

الكُورْتز (+) — هو من الوجهة الكيميائية عبارة عن أكسيد السليسيوم أى س ٢ ويقدر بنحو ٣٥ في المائة من القشرة الأرضية الصلبة . وهو من أكثر الأجسام صلابة وأبقاها لكونه غير قابل للذوبان في الماء تقريبا ولكونه قليل التأثير بالتغيرات الجوية . لكن غيره من باقي أجزاء الصخور يتأثر في الغالب بالمؤثرات الجوية وبذلك تتفكك بلورات الكُورْتز وتنقلها المياه الجارية . وتبلى قليلا بسبب احتكاك بعضها ببعض فيستدير شكلها ومنها يتكون الجزء الأعظم من الأرض في كثير من الأحوال غير أنها خالية من أغذية النبات

الصخر المَحْبَب أو الفلسبار — هو على الأرجح أكثر المعديات وجودا فانه يكون بنحو ٤٨ في المائة من القشرة الأرضية . وهو سلكات مزدوج مركب كيميائيا من سلكات الأليومنا والبوتسا أو سلكات الأليومنا والصودا أو سلكات الأليومنا والجير وأنواعه الرئيسية هي :

(١) الأثرثكلاس أى ١، ٢ لو ٣، ٢ س ٢

(٢) الأليت أى ٢ ص ١، ٢ لو ٣، ٢ س ٢

(٣) اللبدرت أى (ص ٢، ك) ١، ٢ لو ٣، ٣ س ٢

والأثرثكلاس أو فلسبار البوتسا أكثر هذه الأنواع أهمية وهو معدني (جوهري) صلب لونه في الغالب أشكل (وردي) أو أخضر وفي بعض الأحيان

(+) يعرف المتبلور منه ببلور الصخور أو حجر البلور — المترجم

وغالب أشكاله يحتوى على مقدار يستحق الذكر من الحامض الفسفوريك ومع أن كربونات الكالسيوم والمجزيوم لا يذوب منهما في الماء النقي الا القليل ، يذوبان بسهولة في المياه المذيبة لثاني أكسيد الكربون بجميع أنواع المياه الطبيعية . ولذلك تبلى الصخور المحتوية عليهما سريعا متى تعرضت للتأثيرات الجوية . وللكربونات الكالسيوم شأن عظيم في الأراضي الزراعية فانه يغذى النبات من جهة ويعمل عملا مفيدا في التغيرات التي تحدث في تربة الأرض من جهة أخرى

الطين — النقي منه عبارة عن سلكات الأليومينا المائي (الأيدراتي) أى لو  $٣$  ,  $٢$  س  $١$  ,  $٢$  يدم  $١$  فهو اذن خال من أغذية النبات . أما الطين المعتاد ففيه زيادة على ما في النقي أكسيد الحديد والبولتسا وهذا المركب الأخير باق من الفلسبار الذي ينشأ منه غالب أنواع الطين . ومن هذا يتبين أن الطين المعتاد نافع للنبات من جهة أنه يمدد بالبولتسا التي هي من أهم المواد المغذية

وخواص الطين الطبيعية عظيمة الشأن وله تأثير كبير في التربة التي يكون مقداره فيها كثيرا

الصخور — الصخور النارية أقدم الصخور تكونوا ومن بقاياها تكونت الأحجار الرملية والطين المستحجر (الأحجار الطينية) مباشرة والأحجار الجيرية بواسطة الكائنات الحية كما سيأتى . ولنشرح كلا من هذه :

الأحجار الرملية والحصى — تتركب هذه من شظايا كبيرة الحجم نوعا ما قد انفصلت من الصخور النارية كالجوانيت بتأثير البلى فيها . وبسبب كبر حجم هذه الشظايا وثقلها رسبت في أفواه الأنهار أو بالقرب منها . والجزء الأساسى في هذه الصخور هو السلكا لأن معظم حبوب الرمال عبارة عن بلورات من الكورتز . وفي كثير من الأحيان تشتمل أيضا على شظايا من الفلسبار والميكا ومعدييات أخرى . وتلتصق الشظايا والحبوب بعضها ببعض بواسطة

كربونات الكالسيوم كما في "الأحجار الرملية الكلسية" أو بواسطة الطين كما في "الأحجار الصلصالية" (+) أو بواسطة أكسيد الحديد كما في "الأحجار الرملية الحديدية" أو بواسطة السلكا الغروية كما في "الأحجار الرملية السليسية" والتربة المتكونة من بلى الأحجار الرملية هشة "خفيفة" نفتقر الى المواد المغذية للنبات الا اذا كان فيها معدييات مشتملة على البولتسا كالفلسبار والميكا

الطين المستحجر — أساس تركيبه سلكات الأليومينا المائي اللزج (الكالين) أى لو  $٣$  ,  $٢$  س  $١$  ,  $٢$  يدم  $١$  وقد يشتمل أيضا على أجزاء دقيقة جدا من مواد الصخور الأصلية التي انفصلت منها بالتأكل . وفي كثير من الأحيان يحتوى على شظايا من الفلسبار لم تتحلل أصلا أو اعترها بعض التحلل وهذه من خطورة الشأن بمكان لما تحتوى عليه من البولتسا . والأراضي المتكونة من الطين المستحجر طينية "ثقيلة" وهي على العموم كثيرة البولتسا لكنها قليلة الفسفات وكربونات الكالسيوم

الأحجار الجيرية — نعني بها ما يعم الطباشير والأحجار الجيرية والمجزيمة ومعظمها مكون مما بلى من الأغذية الصلبة التي كوتتها بعض الحيوانات المائية حولها كحيوان المرجان والمحار وذلك باستخلاصها كربونات الكالسيوم والمجزيوم من الماء . وتحتوى هذه الأحجار في الغالب على مقادير صغيرة من الطين وأكسيد الحديد والسلكا . وتكاد تشتمل دائما على كميات كبيرة نسبيا من فسفات الكالسيوم . ومن هذه الأجسام الخارجة عن تركيب الأحجار الجيرية يتكون جل التربة الأرضية التي تبقى فوقها . أما كربونات الكالسيوم نفسه فعظمه يذوب بتأثير الماء وثانى أكسيد الكربون معا ، ولذلك تستعمل الأسمدة المحتوية على الجير أحيانا لاصلاح هذه التربة . ولا يأتى الحجر الجيري بالفائدة العظيمة التي يمتاز بها في الأراضي الزراعية الا اذا كان مجزأ إلى أجزاء صغيرة جدا أما اذا

كان في حجم الحصى أو الرمل فإنه لا يفضل رمل السلكا المعتاد الا قليلا  
وللسحوق منه فائدتان عظيمتان :

(الأولى) كونه منبعاً لغذاء النبات لما يحتوي عليه من الفسفات والكبريتات  
والكلسيوم

(الثانية) ، وهى أعظم شأنًا ، كونه مادة قلووية لا غنى عنها في كل التغيرات  
المكونة للأزوتات (عمليات التأزت)

التربة الأصلية والتربة المنقولة — التربة الأصلية هى التى تكونت  
من الصخور التى تحتها بواسطة المؤثرات الجوية . والتربة المنقولة هى التى  
انتقلت بعد تكوينها ورسبت فوق صخور غير التى نشأت منها . ومن وسائط  
الانتقال مياه الأنهار ويتركب جل التربة التى تنشأ من رواسبها فى البقاع  
المنخفضة فى أوديتها من المواد التى نقلتها من الجهات العليا فى مجراها . ولما  
كانت هذه المواد مستمدة من صخور شتى كانت التربة الناتجة منها أكثر خصبا  
على العموم من التربة التى تتكون من تأثير الجو فى صخور من نوع واحد كما  
يحدث فى "التربة الأصلية" غالبا . ومن أحسن الأمثلة للتربة المنقولة الأراضى  
الغرينية التى فى وادى نهر الهمبر والترنت ، فليست المعدنيات التى تكونت منها  
هذه الأراضى بعد هى التى انتقلت فقط بل التربة نفسها منقولة من جهات  
أخرى . ومن الوسائط التى تنقل مقادير عظيمة من المواد المكونة للتربة أيضا  
"جبال الثلج" فانا نرى بقاعا واسعة فى بعض الأقطار مغطاة بطبقة سميكة من  
الطين وشظايا الصخور جلبتها جبال الثلج من مسافات بعيدة وهذه تسمى  
"حُث جبال الثلج" وتغطى فى الغالب الطبقات الصخرية التى تحتها تماما  
وهذا دليل على أن نقلها حصل منذ قرون كثيرة . وقد تكون الريح أيضا واسطة  
لانتقال الرمال ورماد البراكين وما أشبه ذلك من أماكن بعيدة الى بقاع جديدة  
فتتكون منها التربة الأرضية

تكوين التربة — الخطوة الأولى فى تكوين التربة هى تهشم الصخور تهشما  
آليا الى قطع صغيرة . والمؤثرات التى تحدث هذا هى :

أولا الماء — ويؤثر من عدة وجوه :

(١) من الوجهة الآلية — وذلك باحدى طرق ثلاث :

(١) سيلانه فوق سطح الصخور فيكشطها قليلا . ويزداد تأثيره هذا  
باحتماك الحصى وشظايا الأحجار وماشا كل ذلك بالصخور ، بسبب دفع التيار  
لها . وبهذه الطريقة تنقل الأنهار فى الجهات التى يسير فيها ماؤها بسرعة  
كميات عظيمة من الرمل والطين والحصى وغير ذلك ثم تسقطها فى البقاع  
المنخفضة من مجاريها ، حيث يكون ماؤها أكثر سكونا . وبهذه الكيفية  
تتكون رواسب الأنهار

(٢) تكوينه لجبال الثلج وهى عبارة عن كتل من الماء المتجمد تكونت  
من ضغط الصقيع بعضه على بعض بتأثير ثقله . وتسير ببطء فتفتت الصخور  
التي تتحدر فوقها بمساعدة الشظايا الحجرية المدفونة فيها ، ولذلك نرى أن الماء  
السائل من مقدمها حامل لمقدار عظيم من دقائق الطين ، فى حين أنا نرى  
أطرافها معسمة بكميات عظيمة من قُتات صخرى مختلف الحجم ينحدر محمولا  
فوق سطح الثلج ويسمى "تحميل جبال الثلج" . وقد كان لجبال الثلج هذه  
فى العصر الحالىة تأثير عظيم حتى فى الأقطار التى لا توجد فيها الآن مثل  
بريطانيا

(٣) تعاقب جموده وذوبانه ، وذلك لأن الثلج يشغل فراغا أكثر مما  
يشغله الماء الذى تولد هو منه بنحو ١٠٪ ، وإذا لم تكن هذه الزيادة فى الحجم  
ممكنة لا يجرد الماء ولو بزدانه الى أى درجة تحت الصفر . ولتأثير الماء  
بهذه الكيفية عمل قوى جدا فى تفطيت الصخور ، وفى وقت الدفء أثناء  
أى يوم ممطر من أيام فصل الشتاء تمتلئ ثقوب الصخور بالماء ، فاذا انخفضت

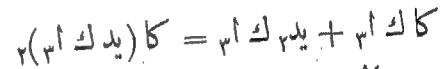
بقوة شديدة تسبب تفتتها . وفي غالب الأحيان تُخفي المؤثرات الأخرى فعل الرياح ولكن في بعض الأحوال تظهر الصخور التي قطعها الرياح بوضوح كصخور برمهام في مقاطعة يركشير بإنجلترا

(ب) من الوجهة الكيميائية — يوجد في كثير من الصخور معادن قادرة على الاستحواذ على الأكسجين ككربونات الحديدوز . فتي تعرضت هذه للهواء تأكسدت وانتفخت ثم تحولت في الغالب إلى مسحوق فتتداخل المعادن الأخرى التي في الصخور . ويصحب التأكسد في كثير من الأحوال تغير في اللون من الخضرة أو الشبهة (لون الرماد) إلى الصفرة أو الحمرة . وكذلك يُبنى ثاني أكسيد الكربون الذي في الهواء الصخور عند وجود الماء

ثالثا الحيوانات — الحيوانات الحافرة كالأرنب والحلبد تمهد للهواء طرقا في الأرض يدخلها فهي بهذه الكيفية تساعد على حصول التغيرات التي يحدثها الهواء . وأكثر أعمال الحيوانات خطارة على ما يظن هو العمل الذي تقوم به تلك المخلوقات الضعيفة ، أعني الديدان الأرضية ، فانها تجلب أجزاء التربة السفلى إلى سطح الأرض وتجر الأوراق الميتة وغيرها من بقايا النبات إلى أوجحتها كما أنها تتبلع كميات وافرة من الطين تمر في جسمها فتُضَم ثم تُقَدَف مسحوقة على سطح الأرض . ويقدر هذا في المتوسط بنحو ٢٣٥ قنطارا لكل فدان مصري في السنة . ويعمل النمل في بعض البلاد الحارة كأفريقية ما عمله الديدان بل ربما فاقها . ففي أماكن كثيرة من أفريقية الجنوبية نجد الأراضي المغطاة بالحشائش ، وتسمى هناك (فَلْدًا) ، مرصعة بكثير من تلال النمل الأبيض التي يبلغ ارتفاعها في الغالب ٦٠ سنتيمترا وقطرها يتراوح بين ٦٠ سنتيمترا و ٩٠ سنتيمترا وقد تكون أكبر من ذلك كثيرا . وهذه التلال كثيرة المحور التي تأوى إليها الحشرات وفيها من المواد النباتية المخزونة قدر كبير . وتتركب التلال من دُقاق الطين الذي حولها وهي مندرجة مانعة لنفوذ الماء . وعند حرق الأرض وزرعها يشاهد دائما أن النبات مكان التلال كثير مزدهر

درجة الحرارة إلى الصفرة أخذ الماء في الاستحالة إلى ثلج ابتداء من سطحه فتُسَد الثقوب بالثلج ويستمر الماء المحبوس فيها على فقدان حرارته ، ثم يأخذ في الجود ، إذا كانت زيادته في الحجم ممكنة ، ولاحداث هذه الزيادة يضغط على الثقوب فيطوؤها أو يعرضها . ثم إذا ذاب الثلج امتلأت الثقوب بماء المطر مرة أخرى وعمل فيها الثلج في هذه المرة ماعمله في الأولى وهكذا . وبهذه الطريقة نثقت الصخور ، مهما بلغت صلابتها ، إلى أجزاء صغيرة في زمن يسير . ويظهر أن الجليد المستمر يعطل إلى الصخور زيادة الصاق أجزائها . وفضلا عن التأثير الذي يحدثه الثلج بتسده فانه ، على ما يظن ، عامل من عوامل إلى التربة والصخور من وجهة التبلور ، إذ أن مجرد نمو بلوراته ، بقطع النظر عن التمدد الذي يصحب تكوينها ، يحدث تفكيكا في المادة التي تكونت فيها البلورات

(ب) من الوجهة الكيميائية — بين المعادن عدد كبير إذا عرض للماء تأثير بكيفية تؤدي إلى البلي فيذيب الماء غالبا جزءا منها وتتفكك الأجزاء الباقية فتنتقلها الأمطار أو المياه الجارية إلى جهات بعيدة . وهذا ما يحصل في الصخور المشتملة على حبوب السلكا ، فان كثيرا من المواد التي تلتصقها تذوب في الماء فتتفصل الحبوب وينقلها الماء بسهولة ، وان كانت لا تذوب فيه ذوبانا يحس وكربونات الكلسيوم والحديدوز والمجتر يوم على الخصوص عرضة للزوال بسهولة لأنها ، وان كانت لا تذوب في الماء الصافي الا قليلا ، تذوب بسهولة في الماء المحتوي على ثاني أكسيد الكربون بسبب تكون ثاني الكربونات (البكربونات) . وهاك معادلة تبين التفاعل :



ثانيا الهواء — ويؤثر من وجهتين :

(١) من الوجهة الآلية — يفصل الهواء الأجزاء البارزة من صخور الجهات الجبلية ويقذفها من أعلى الجبال بقوة فتتشم الصخور أو الأحجار التي في سفحها . وفضلا عن هذا فان الرياح بقذفها الرمال والحصى على سطح الصخور



ويظهر خصب هذه البقاع المشتملة على تلال التل من نتيجة التحليل الآتي الذي أجريته على مادة تل وعلى الأرض المجاورة له قرب كرسيتيانا من بلاد الترنسفال :

المواد	المقدار المئوي في كل تال	المقدار المئوي في تربة التل
حصى لم ينفذ من المنخل الذى قطر كل عين من عينه ٣ مليمترات .....	—	٨,٦٦
القسم الذى نفذ من المنخل :		
الندوة أو الرطوبة .....	٣,٢٨	١,٩٨
المفقود بالأحراق (*) .....	١٣,٠٣	٤,١٤
المادة التى لم تذب (الزول وما أشبهه) .....	٧٤,٥٩	٨٢,٨٦
أكسيد الحديد وأكسيد الألومنيوم (الايومنا)	٨,٧٩	٩,٨٩
الجير (أكسيد الكلسيوم) .....	٠,٣٠	٠,١٢
المجترى (أكسيد المجتريوم) .....	٠,٤٠	٠,١٨
البوتسا (أكسيد البوتسيوم) .....	٠,٣٩	٠,٢٥
الحامض الفسفوريك (فوسفات) .....	٠,٠٦	٠,٠٦
مجموع أجزاء القسم الذى نفذ من المنخل	١٠٠,٨٤	٩٩,٤٨
(*) يشمل هذا الأزوت ومقداره .....	٠,٣٤٣٠	٠,٠٨٠٠
والبوتسا (الصالحة للتغذية) ومقدارها .....	٠,٠٤٨٢	٠,٠١٢١
والحامض الفسفوريك (الصالح للتغذية) ومقداره .....	٠,٠١٠٢	٠,٠٠١٧

رابعا النبات — ويؤثر من وجهتين :

(١) من الوجهة الآلية — تخترق الجذور الصخور أو التربة الأرضية فتجعلها هشة مسامية فيدخلها الهواء والماء وأيضا يجعل النبات النامي على الصخور سطحها رطبا وهذا يوافق تأكلها

(ب) من الوجهة الكيميائية :

(٢) أثناء الحياة — وذلك لأن المادة التى تكونها الجذور وشعورها (\*) تؤثر في الصخور فتفتتها وتذيب بعض أجزائها

(٢) بعد الموت — وذلك بتكوين ثانى أكسيد الكربون وحوامض نباتية شتى من خواصها اذابة بعض المواد المكونة للتربة

وليس إبلاء الصخور وسحقها كل ما يحتاج اليه لتكوين تربة خصبة فان النباتات المعتادة تحتاج الى مركبات الأزوت العضوية على شكل دبال . وأهم منبع لهذه المركبات بقايا النباتات

وهنا يرد السؤال الآتى :

كيف حصلت التربة في المبدأ على المادة العضوية الضرورية لنمو النبات والجواب عن هذا على ما يظهر من الأبحاث الحديثة أن في الكون كائنات عضوية مجهرية (مركسوية) قادرة على تمثيل الأزوت المنفرد في الهواء وعلى تمثيل المادة الكربونية من ثانى أكسيد الكربون وهذه تعيش على سطح الصخور ولو كانت في قمم الجبال كما أن بعض النبات الحزازي والأشني قادر على النمو بدون الأزوت المركب على ما يظهر . فهذه الكائنات وأمثالها تصير بعد موتها مددا من المواد العضوية للتربة وتجعلها بالتدريج صالحة لنمو أنواع النبات الراقية

(\*) الظاهر من الأبحاث الحديثة أن الذى يسبب تأكل الصخور هو ثانى أكسيد الكربون الذى يخرج من شعور الجذور لا الحوامض النباتية

ومن المفيد ذكر معاني المصطلحات التي في هذا الجدول قبل شرح كل جزء من أجزاء التربة على حدته :

الوزن النوعي الحقيقي — هو نسبة وزن أى حجم من المادة الصلبة الخالية من الهواء الى وزن حجم من الماء مساوٍ له

الوزن النوعي الظاهري — هو نسبة وزن أى حجم من المادة المسحوقة مع الهواء المتخلل الى وزن حجم من الماء مساوٍ له

الحرارة النوعية للأوزان المتساوية — هي نسبة كمية الحرارة اللازمة لرفع حرارة وزن من المادة درجات معينة (١٠° مثلاً) الى كمية الحرارة الضرورية لرفع وزن مساوٍ من الماء نفس الدرجات (راجع الباب الرابع أيضاً)

الحرارة النوعية للحجوم المتساوية — هي نسبة كمية الحرارة الضرورية لرفع درجة حرارة حجم من المادة درجات معينة الى الكمية اللازمة لرفع حرارة حجم مساوٍ من الماء نفس الدرجات.

قوة توصيل المادة للحرارة — هي نسبة كمية الحرارة التي تنفذ من مكعب من المادة عند تعريض وجوهه المتقابلة لدرجات من الحرارة غير متساوية ، لكنها ثابتة ، الى كمية الحرارة التي تنفذ من مكعب مكافئ له من مادة أخرى مع توافر الشروط عينها

والأعداد المبينة لقوة التوصيل في الجدول محسوبة باعتبار أن قوة توصيل السلك = ١٠٠ أما معاني الأرقام التي في النهر الأخير فواضحة من العبارة المكتوبة على رأسه

ولايخفى أن بعض المقادير المذكورة في الجدول يختلف باختلاف درجة دقة أجزاء المادة وغير ذلك من الأحوال . ولنشرح الآن أجزاء التربة على الترتيب :

المواد المكوّنة للتربة — جرت العادة بتقسيم الأجزاء المكوّنة للتربة على النحو الآتي وهو تقسيم حسن :

(١) الرمل ... — جله من السلكا ويحتوى على شظايا صغيرة من الفلسبار والميكا وحجر الجير الى غير ذلك

(٢) الطين ... — جله من الكالين ولكنه يشتمل أيضاً على حبوب صغيرة من السلكا والفلسبار وغير ذلك

(٣) الحجر الجيري — وهو عبارة عن قطع صغيرة من كربونات الكلسيوم

(٤) الدبال ... — وهو عبارة عن مواد آزوتية كربونية يكاد تركيبها يكون غير محدود وهي ناشئة من تعفن جميع أنواع النبات

ولهذه الأجزاء تأثير عظيم في الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة الأرضية ومن الجدول الآتي يمكننا أن نعرف خواص هذه الأجزاء :

اسم المادة	الوزن النوعي الحقيقي	الوزن النوعي الظاهري	الحرارة النوعية للأوزان المتساوية	الحرارة النوعية للحجوم المتساوية	قوة توصيل الحرارة	الماء الذي يتسرب به ١٠٠ جزء وزني من المادة
الرمل ...	٢,٦٢	١,٤٥	٠,١٨٩	٠,٤٩٩	١٠٠	٢٥
الطين ...	٢,٥٠	١,٠١	٠,٢٣٣	٠,٥٦٨	٩٠,٧	٧٠
الحجر الجيري	٢,٦٠	—	٠,٢٠٦	٠,٥٦١	٨٥,٢	٨٥
الدبال ...	١,٣٠	٠,٣٤	٠,٤٧٧	٠,٥٨٧	٩٠,٧	١٨١

الحرارة لزوجة الطين بسبب طردها جزيئين من ماء الايدرات . وما يبقى بعد ذلك من سلكات الألومنيوم في صناعة الآجر والبلاط مثلا لا يمكن أن يتحد مع الماء مرة ثانية

الحجر الجيري — يوجد كربونات الكالسيوم متفتتا الى أجزاء دقيقة منتشرة بين باقى المواد المكونة للتربة الأرضية ، كما يوجد على حالة شظايا صغيرة تعتبر من أجزاء الرمل . والحالة الأولى هي المهمة . وكربونات الكالسيوم يمد النبات بالغذاء لما يشتمل عليه من الكالسيوم والمجزيوم والحمض الفسفوريك وله فوائد ربما تفوق هذه عظمها وهي :

(١) أنه يخفف تماسك الطين بالكيفية التي تمتاز بها مركبات الكالسيوم عموما  
(٢) أنه يعمل عمل القواعد الضعيفة مع كونه ملحا حقيقيا ، وذلك لأن الحمض الكربونيك الذى فيه ضعيف جدا الى حد أن الحوامض القوية تخرجه وتتحد مع الكالسيوم فتفقد بذلك حموضتها وهذا من خطارة الشأن يمكن لأن كثيرا من أنواع الحوامض يتكون من بلى المواد النباتية وتعفنها ، فاذا كانت هذه كثيرة في التربة تكونت الحوامض المنفردة بسهولة وتراكمت فتصير الأحوال غير موافقة لنمو أغلب الأنواع النافعة من النبات . وهذه الأرض هي التي يعبر عنها غالبا بالأرض "الحامضة" وأحسن دواء لارجاع خصبها اليها معالجتها بالجير أو بكربونات الكالسيوم ولهذا نرى أن الأرض التي تحتوى على مقدار كبير من كربونات الكالسيوم لاتعثر بها حموضة أبدا

(٣) أنه مادة قلوية ضرورية للأعمال الهامة المعروفة "بالتأزت" أى تكون الأزتات وسنوضح هذه بعد

(٤) أن له دخلا كبيرا في التغيرات الكيميائية التي تحدث من وضع بعض أنواع الأسمدة في الأرض الزراعية مثل كبريتات النشادر، فان الأصل الحامضى للحمض في هذا المركب يتحد مع الكالسيوم ويذوب المركب الناتج من هذا الاتحاد . ويذهب به ماء الرش ويبقى النشادر في الأرض

الرمل — توصيله للحرارة ونقله النوعى أكثر من المواد الأخرى المكونة للتربة كما يتبين من الجدول ولكن حرارته النوعية وقوة حفظه الماء أقل أما من جهة كونه غذاء للنبات فلا قيمة له ، غير أنه يحتوى على كمية قليلة من البوتاسيوم والحديد والكالسيوم توجد في بعض الأحيان ضمن شظايا المعادن التي تختلط بالنقى منه . ونحواس الرمل الطبيعية تأثير كبير يرجع في الغالب بالفائدة على الخواص الطبيعية للتربة ، خصوصا سهولة تفتتها وعلاقتها بالماء والحرارة

الطين — النقى منه خال من غذاء النبات ولكنه يشتمل في العادة على كثير من البوتاسا لوجود الفلسبار فيه . وزيادة على الفلسبار يحتوى الطين المعتاد غالبا على الكوريز وكربونات الكالسيوم كالطين الجيرى (المرل) (+)

والطين الحقيقى أو الكالين أى لو ٣, ٢ س ٢, ١ يد ١ هو الذى يلبق حبوب المعادن المختلطة به

ومن المظنون أن أنقى أنواع الطين أيضا يشتمل على جزء صغير من سلكات الألومنيوم أكثر قابلية للاتحاد مع الماء ، واليه تنسب لزوجة الطين وتماسكه فاذا كمل انتفاخ هذا الجزء بواسطة الماء صار الطين لزجا مانعا لسريان السوائل واذا انعكس أو انعقد صار الطين قابلا للتفتت وقل تماسكه . ويحدث هذا الانعقاد باضافة الحوامض أو أنواع شتى من الأملاح لاسيما مركبات الكالسيوم التي لها تأثير فعال من هذه الوجهة . وهذه الخاصة هي السبب في أن وضع الجير في الأراضي الثقيلة يصلح قوامها . وبيان تأثير الجير نقلب مقدارا من الطين النقى في ماء مقطر ثم نقسم الماء العكر الى قسمين نضع كلا منهما في مخبار فاذا أضفنا مقدارا من ماء الجير الى احد المخبرين شاهدنا أن أجزاء الطين فيه تتجمع وترسب الى القاع تاركة سائلا رائقا فوقها بعد زمن يسير . أما الماء العكر الذى في المخبر الآخر فلا يصفو إلا بعد يوم أو يومين . وتزبل

(+) المرل أو الطين الجيرى هو ما اشتمل بجانب الطين على أكثر من ٥ في المائة وزنا من كربونات الكالسيوم — المترجم

**الدبال (الهيومس)** — هو المادة العضوية ذات الصفات المميزة لها في تربة الأرض وهو ذو شأن عظيم لما له من الخواص الكيميائية والطبيعية أما كنهه الكيميائي فلا نعلم عنه إلا قليلا رغم الأبحاث الكثيرة. وقد أجريت تحليلات كثيرة للدبال المستخرج من الأراضي ولكن لم يوضع له تركيب محدد إلى الآن

ويتبين الاختلاف الكثير في تركيب الدبال من النتيجة الآتية لتحليل أربعة نماذج منه :

الكربون	٤٤	الى	٥٠	في المائة
الأيدروجين	٣	»	٦	»
الأزوت	٦,٥	»	١٠	»
الأوكسجين	٢٨	»	٣٥	»
الرماد	٤	»	١٢	»

وقد أظهر البحث أن الرماد يحتوى على ٧,٥٪ من البوتسا و ١٢,٤٪ من خامس أكسيد الفسفور كما يحتوى على السلكا والأليومنا وأكسيد الحديد والصدوا وأجسام غير هذه

وظهر من أبحاث أخرى أن الدبال يشتمل على حوامض شتى متميزة ، لكنها معقدة التركيب (تركيبها صعب الإدراك) وهي :

**الحامض الدباليك (الهيوميك) والأليك والأكرينيك**  
كنه هذه الحوامض التي يقال أنها مركبة من الكربون والأيدروجين والأوكسجين غير معروف وان اقترح بعض العلماء عدة قوانين لها . ويظهر أن الدبال حامضى التأثير وأن مركبه مع الكسيوم لا يذوب في الماء . ومن المظنون أن ما يصحب الدبال من المواد المكونة للرماد ذو أهمية عظيمة لأنه على ما يظهر سهل المنال للنبات . أما أزوت الدبال فانه أكثر نفعا من سائر

العناصر المكونة له وان كان النبات في الغالب لا يستطيع استعماله مباشرة بل لابد من تحوله أولا الى أزوتات بالتأكسد الذى ينتج من تأثير الكائنات العضوية الميكروسكوبية التي تعيش في تربة الأرض . هذا ما يتعلق بالخواص الكيميائية للدبال . ولنتكلم الآن على خواصه الطبيعية التي لها فائدة كبرى أيضا :

الدبال جسم قائم اللون مسامى ذو حجم كبير يمتاز بتماسكه الشديد أو بقدرته على الالتصاق كما يمتاز بقدرته على حفظ الماء وامتصاص عدة من المواد المغذية للنبات وابقائها وذلك كالنشادر والبوتسا والجير

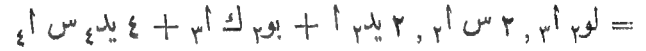
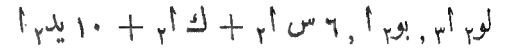
أما قتمته فهي السبب في أن الأراضي المحتوية على قدر عظيم منه تسخن بأشعة الشمس أسرع من الأراضي الزاهية اللون . وأما مساميته وكبر حجمه فانها يسمحا للهواء بالمرور بسهولة وبهذا يزداد التأكسد في تربة الأرض . ولذلك كان وجود الدبال في الأراضي الطينية سببا لخفتها (تفتتها) وقابليتها لتخلل الغازات والمياه . وأما قوة الالتصاق فذات قيمة كبرى في الأراضي الرملية . اذ بها يتماسك الرمل فيكتسب قدرة على ابقاء الماء وأما خاصة الامتصاص ففائدتها حفظ كثير من المواد المغذية القابلة للذوبان ولولا ذلك لضاعت في ماء الصرف

وباستمرار التعفن في الدبال يزداد مقدار ثاني أكسيد الكربون في مياه التربة فتزداد بنسبة ذلك قدرتها على اذابة غذاء النبات الذى في الأجزاء المعدنية من التربة

**التغيرات الكيميائية التي تحدث في تربة الأرض** — هذه التغيرات كثيرة جدا وأنواعها غير مألوفة لطالب الكيمياء الابتدائية وهي تابعة في الغالب لأحوال كثيرة منها درجة الحرارة والتشبع والمقادير النسبية من الأجسام المتفاعلة

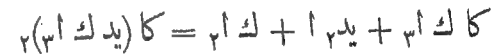
والمواد غير العضوية في تربة الأرض معرضة لنفس المؤثرات التي فتتها من الصخور أثناء تكوين التربة ، بيد أن التغير يسير سيرا سريعا بعد التكون لأن

مقدار ثانى أكسيد الكربون الناشئ من تعفن المواد العضوية فى التربة يكون أكثر، ففئات الفاسبار مثلا يتحلل على ما يظن بمقتضى المعادلة الآتية :

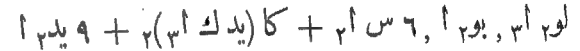


ثم ان الحامض السيليسيك و كربونات البوتسيوم ، بسبب قابليتهما للذوبان ، تنقلهما مياه الصرف ، غير أن كربونات البوتسيوم ربما تمتصه جذور النبات أو بعض أجزاء الأرض القادرة على الامتصاص

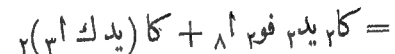
أما كربونات الكلسيوم فيذوب فى الماء المشتمل على ثانى أكسيد الكربون بمقتضى هذه المعادلة :



وتنقله مياه الصرف أو تمتصه التربة أو يؤثر فى فلسبار أو سلكات آخر وهالك معادلة تبين نوع التفاعل :



= بوم ك أ + كا ك أ + لوم أ, س أ, بوم أ + يد أ + يد أ س أ  
وجل الحامض الفسفوريك الذى فى معدنيات التربة يوجد على شكل فسفات الكلسيوم الثلاثى (ثالث فسفات الكلسيوم) أى كالم فوم أ وهذا المركب يكاد لا يذوب فى الماء ، غير أنه بتأثير ثانى أكسيد الكربون يمكن أن يحدث فيه التغير الآتى :



والفسفات المتكون يسمى فسفات الكلسيوم الثنائى أى كالم يد فوم أ ويكتب قانونه فى بعض الأحيان كا يد فوم أ وهو قابل للذوبان فى الماء

قليلا ولذلك ينتفع النبات بشئ منه فاذا اختلط بمركبات الحديدك أو الألومنيوم المائية (الايدراتية) تحول الى فسفات الحديدك أى ح فو أ ، أو الى فسفات الألومنيوم أى لو فو أ ، وبقي فى تربة الأرض على حالة أجزاء دقيقة جدا ومع أنه على هذه الحال غير قابل للذوبان فى الماء فان العصارة الحامضة لجذور النبات تذيبه . وفى الحقيقة إن كثيرا من المركبات التى تصير قابلة للذوبان بتأثير ثانى أكسيد الكربون أو الماء أو المؤثرات الأخرى لاتبقي دائما على شكلها القابل للذوبان اذ لو بقيت لكان جلها عرضة لأن يضيع فى مياه الصرف

ويحتوى كثير من أنواع التربة على مواد لها قوة الاتحاد مع الفسفات ومركبات البوتسيوم والأمنيوم ومع مركبات الكلسيوم الى درجة أقل فتتحول الى مركبات غير قابلة للذوبان . فاذا رشحنا من خلال طبقة غليظة من التربة محلول كبريتات البوتسيوم أو الأمنيوم أو محلول فسفات الصوديوم وجدنا أن السائل الراشح خال من البوتسيوم أو الأمنيوم أو الحامض الفسفوريك ولكن قد يحتوى على الحامض الكبريتيك فى ضمن كبريتات الكلسيوم . والمعتقد أن مواد التربة التى لها قدرة على هذا الإبقاء هى :

(١) الدبال وله خاصة الامتصاص التى تتميز بها الأجسام العظيمة المسامية كاللحم الباقى ، فضلا عن أن له تأثير الحوامض

(٢) السلكات المزدوج المائى ويشمل أجساما ثانوية تكونت من تأثير الجو فى الفلسبار وما شاكلة . وتركيبها يشابه تركيب المعديات المعروفة بالزئوليت وهو اسم مشتق من كلمة يونانية معناها الغليان سميت به هذه الأجسام لأنها تزيد عند احماؤها فى طب أنبوبة النفخ ، بسبب صعود البخار وإذا امتصت هذه الأجسام فلزا تركت فى كثير من الأحيان مقدارا مكافئا له من فلز آخر (فى الغالب الكلسيوم أو المجر يوم) يحل محل الفلز الذى امتص وينقل بواسطة مياه الصرف

أقوى من جذب النقط التي على مسافة أبعد وهكذا يضعف الجذب كلما بعدت النقط الجاذبة . وليلاحظ أن النقط التي على السطح لا تتأثر الا بجذب النقط التي في داخل السائل ، ولذلك يكون السطح متأثرا بضغط اتجاهه الى الداخل . ومن خواص السائل الذي يتحرك من غير ممانع أنه يتشكل بشكل يكون سطحه أصغر ما يمكن فإذا لم تؤثر فيه أى قوة كان شكله كرويا . وفي الأحوال المعتادة يتغلب الجذب الأرضي على الضغط السطحي للسائل ولكن اذا صغرت كمية السائل قل تأثير الجذب الأرضي وظهر تأثير الضغط السطحي فيميل السائل الى أن يصير كرويا . وتحدث المواد الصلبة في غالب الأحيان جذبا أو تثبيتا للسوائل فإذا ما لامست سائلا ابتلت به

ويختلف الضغط السطحي للسائل باختلاف شكل السطح ، نفسه فضغط السطح المقعر أقل من ضغط السطح المستوي وضغط السطح المحدب أكبر من المستوي ويتضح هذا بمراجعة الشكل الأول . ولنفرض فيه أن ب بيين سطحا مستويا لسائل ولنعتبر نقطة مثل ج على مسافة بعيدة تحت السطح ، فكل النقط التي لجذبها تأثير يذكر في ج يمكن تصورها داخل كرة مركزها ج ويكون مقطعها عبارة عن الدائرة المبينة في الشكل (١) :



وبانعام النظر يظهر لنا جليا أن مُحَصِّلَةً جميع القوى الجاذبة للنقطة ج صفر ، لأنها تكون مجذوبة بقوى متساوية في جميع الجهات ولهذا تبقى في حالة توازن . ثم لنعتبر نقطة مثل د على السطح فقياسا على ما تقدم نرى أن الحد التصوري للنقط التي تحدث تأثيرا يذكر في د يمثل كرة تشبه السابقة أو بالأحرى نصف كرة لأنه لا توجد نقط من السائل فوق السطح

(٣) مركبات الحديدك والألومنيوم المائية : ولها قدرة على الاتحاد بالحامض الفسفوريك فتكوّن فسفات الحديد وفسفات الألومنيوم وهما غير قابلين للذوبان . ولها أيضا قدرة على ابقاء الجير والبوتسا والأمنيا وهذا على ما يظن ناشئ من كونها ذات خواص حامضية ضعيفة ، ومع هذا فان امسك هذه المركبات للقواعد ليس شديدا ، ولذلك كان من الممكن ازلتها باطالة الغسل بالماء وكل الأراضي الزراعية تقريبا شديدة التمسك بالحامض الفسفوريك ومن أجل هذا كان ما يفقد منه في مياه الصرف مقدارا لا يحس

«مبحث كيفية توزيع المواد الذائبة في ماء الأرض»

تتوزع المواد الذائبة في ماء الأرض بطريقتين :

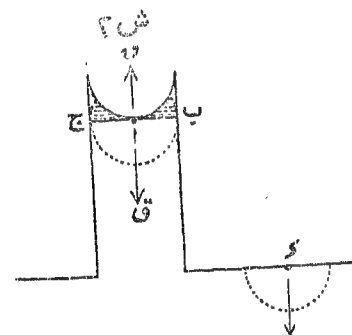
(١) بخاصة الانتشار أى انتقال المادة الذائبة من جزء من السائل المذيب الى جزء آخر . وهذه العملية التي تجعل تشبع السائل متظا في جميع أجزائه تكون في بعض الأجسام أسرع منها كثيرا في البعض الآخر . فالمواد الغروية أى التي تشبه الغراء أو الصمغ في طبيعتها أقل سرعة في الانتشار من سائر الأجسام في حين أن كثيرا من أصول الحوامض وفلزات الأملاح لا تختلف سرعة انتشارها إلا قليلا ، فالكلوورور مثالا ينتشر بدرجة أكثر من الأزوتات أو الكبريتات وأملاح البوتاسيوم تنتشر بدرجة أكثر من مركبات الألمنيوم أو الكلسيوم

(٢) يتحرك السائل نفسه في تربة الأرض وله سببان :

(أ) الجذب الأرضي للسائل وهذا يؤثر في الاتجاه الرأسى الى أسفل فيغوص السائل في باطن الأرض

(ب) الضغط السطحي للسائل : وذلك لأن سطح كل سائل يحدث ضغطا على السائل المشمول به ويمكن ادراك هذا بسهولة اذا تذكرنا أن كل نقطة من السائل مجذوبة بما يحاورها من النقط وأن جذب النقط القريبة

وتكون محصلة القوى الجاذبة للنقطة  $s$  عظيمة عمودية على السطح ومتجهة الى داخل السائل . ومثل هذا يقال في جميع النقط التي على السطح وكذا التي تبعد عنه بأقل من نصف قطر الكرة الخيالية ، غير أن محصلة القوى الجاذبة لهذه الى داخل السائل تكون أقل . فقد وضع اذن أن السطح المستوي يحدث ضغطا على السائل متجها الى داخله . ولننعم النظر الآن في السطح المقعر كما في الشكل (٢) :



إذا اعتبرنا نقطة على السطح مثل  $a$  ورسمنا دائرة مركزها هذه النقطة تبين الحد التصوري الذي يكون تأثير جذب النقط المجاوزة له أمرا لا يذكر ، ثم إذا رسمنا الخط الأفقي ب ج المار بالنقطة  $a$  ظهر لنا أن الضغط الذي تحدته القوى المؤثرة في  $a$  الى أسفل أقل إذا كان السطح مقعرا منه إذا كان أفقيا ، لأنه توجد في الحالة الأولى محصلة لقوى الجذب الذي تحدته نقط القسم المظلل من الشكل الى أعلى

ولنرمز لهذا الجذب العاوى بالحرف  $n$  ولنجذب الى أسفل (بفرض أن السطح مستوي) بالحرف  $q$  . فتكون المحصلة النهائية المؤثرة في كل نقطة على سطح السائل هي  $q$  للسطح المستوي و  $(q-n)$  للسطح المقعر . ومن الواضح أنه كلما ازداد تقعر السطح عظمت القوة  $n$  فتقل القوة  $(q-n)$  ومن هذا كله تتضح الظاهرة الآتية :

إذا بللنا السطح الداخلي لأنبوبة بسائل ثم غمرناها في اناء يشتمل على ذلك السائل ارتفع سائل الاناء في الأنبوبة حتى يعادل ضغط عمود السائل فيها الفرق بين ضغط سطح السائل في الاناء خارج الأنبوبة (وهذا يساوى بوجه التقريب  $q$  إذا كانت مساحة الاناء كبيرة) وضغط سطح السائل في الأنبوبة (وهو بالضرورة مقعر فضغطه يساوى  $q-n$ )

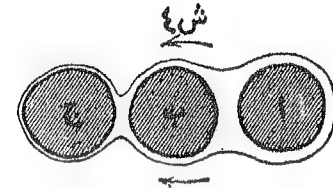
هذا هو السبب في ارتفاع السوائل بالخاصة الشعرية في الأنابيب الدقيقة (الصغيرة التجويف) . وقد ظن الكثير من الذين ألفوا في موضوع التربة الأرضية أن فيها أنابيب شعرية هي السبب في ارتفاع الماء فيها ولكن يبعد كثيرا أن يكون لهذا التصور نصيب من الصحة لأن المسافات التي بين أجزاء التربة ليست كلها مملوءة بالماء ، بل جلها مشغول بالهواء كما هو معلوم تماما ومن المحتمل أن الخاصية الشعرية البهتة تسبب الى درجة صغيرة تحرك الماء في الأجزاء المكونة للتربة حيث يصير الفراغ الذي يتخلل الشظايا المتلاصقة مملوءا بالماء تماما ، ولكن حركة الماء في معظم أجزاء التربة مسببة حتما عن الضغط السطحي بالكيفية التي أوضحناها

والحقيقة أن سبب ارتفاع الماء في الأرض هو عين السبب الذي يحدث ارتفاعه في الأنابيب الشعرية ولكنه يؤثر في الأرض بطريقة أخرى . ولنشرح ذلك فنقول :

إذا بحثنا عن جزأين صغيرين من أجزاء الأرض تحيط بكل منهما طبقة من الماء ملتصقة به تماما وقربنا أحدهما من الآخر بحيث يتلامسان شاهدنا أن طبقتي الماء في موضع التلامس تحدتان حتما سطحا مقعرا ، وبذلك يكون الضغط السطحي للماء في هذا الموضع أقل منه في الجهات الأخرى ، فيتحرك لذلك الماء المحيط بالجزأين ويتراكم في المسافة التي بينهما حتى يصير انحناء سطحيها أقل كما هو مبين بالخط المنقط في الشكل (٣)



ومن هذا نرى أن إمساك الماء بين الجزأين ناشئ من توتر سطحي من نوع ما يحدث في الخاصة الشعرية  
فاذا فرضنا الآن تلامس ثلاثة أجزاء تحيط بكل منها طبقة مائية كما في الشكل (٤) :

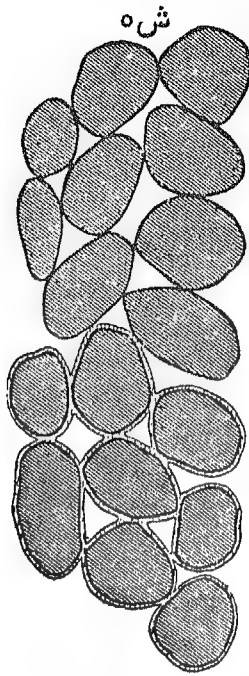


وفرضنا أن مقدار الماء الذي بين ا و ب أكثر من الذي بين ب و ج كان سطح الماء في موضع التلامس بين ب و ج أكثر تقعرًا من سطحي الماء بين ا و ب أى أن الضغط السطحي بين ب و ج أقل منه بين ا و ب ولهذا يتحرك الماء حول ب متجهًا الى ج حتى يصير الضغط بين ب و ج مساويًا للضغط بين ا و ب ويحدث هذا التأثير في كل سطح بين جزأين متجاورين وهو السبب في تحرك الماء من جزء الى آخر على الرغم من امتلاء الفراغ المتخلل لكثير من الأجزاء بالهواء

وللاحظ أن تحرك الماء بهذا السبب يكون في أى جهة ويكاد يكون دائماً من الأجزاء الأكثر ابتلالاً الى الأجزاء الأقل ابتلالاً

فينبغي اذن أن يفسر الارتباط بين تركيب التربة وارتفاع الماء فيها من أسفل بهذه الطريقة لا بوجود أنابيب شعرية فيها ممتلئة بالماء

ومما تقدم نعلم أن مقدار الماء الذي تمسكه التربة وسرعة ارتفاعه فيها من أسفل تابعان في الأكثر لعدد مواضع التماس بين أجزائها وأن كل تماس يؤدي الى تكون سطح مقعر للطبقة المائية حول الأجزاء وهذا السطح المقعر هو الذى يسبب اتجاه الماء نحوه ، أنظر الشكل (٥)



ويزداد عدد الزوايا المتداخلة في الأرض أو بعبارة أخرى عدد السطوح المقعرة كلما دقت أجزاؤها ، بيد أنه متى تجاوزت دقة الأجزاء حداً معيناً أبطأت حركة الماء بسبب زيادة الاحتكاك الذى يصادفه أثناء مروره في التربة

وللاحظ أنه اذا كانت أجزاء الأرض كلها مبتلة كان تنقل الماء أسرع أما اذا كان بعضها جافاً فلا تحدث الحركة حتى تبطل الأجزاء الجافة بواسطة ديب الماء ديباً بطيئاً حولها . ومن هذا نرى أن تقلب طبقات الأرض العليا من حين الى آخر يزيد حقيقة في سرعة البخر من السطح إلا أن المجموع الكلى للماء الذى يتحول الى بخار ينقص إذ بهذه الكيفية تجف تلك الطبقات وتقل مواضع التماس بين أجزائها فيتعطل سير الماء من أسفل



الى درجة كبيرة بسبب تعطيل تكون السطوح المقعرة مدة من الزمن في طبقات الماء بين الأجزاء المتلامسة ولا يخفى أن هذه السطوح المقعرة ذات قوة عظيمة في مساعدة الماء على الحركة كما قلنا

التأزت أى تكوين الأزوتات — من المحتمل أن أهم التفاعلات التى تحدث فى الأرض ما كان منها مرتبطا بتمغن المواد العضوية وتحويل الأزوت من مركب الى آخر. والمواد العضوية فى تأكسد مستمر به يتحول جل الكربون الى ثانى أكسيده وتكون أيضا بعض الحوامض العضوية وهذه ربما أتت بضرر للنبات اذا كانت الأرض مفتقرة الى حجر الجير أو الأجسام الأخرى التى تعمل عمل القواعد

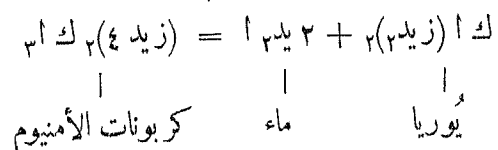
أما الأزوت الموجود فى المواد الأصلية فى ضمن الأجسام العضوية المعقدة التركيب نانه يتحول فى المنتهى الى أزوتات ويعرف هذا التغير بالتأزت أى تكون الأزوتات (النترات) وهو فى الحقيقة تأكسد يمكن تقسيمه الى ثلاث درجات :

(١) تحول المركبات العضوية الأزوتية المعقدة التركيب الى مركبات الأمنيوم (مركبات الشادر)

(٢) تحول الأمنيا أو مركبات الأمنيوم الى الأزوتيت (النيتريت)

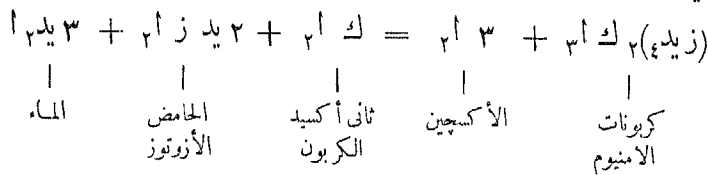
(٣) تحول الأزوتيت الى الأزوتات (النترات)

أما الدرجة الأولى من التغير فانها سهلة الحدوث لبعض الأجسام كالبولينا (اليوريا) التى هى الجزء الرئيسى فى البول (اليورين) اذ أنها لا تحتاج الا الى الاتحاد مع الماء لتكوين كربونات الأمنيوم . وهالك المعادلة :

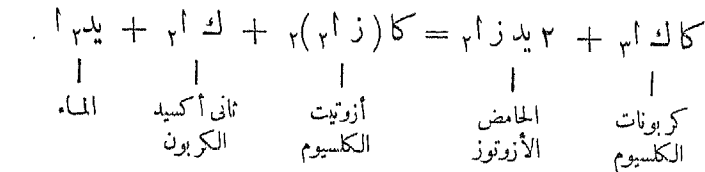


وهذا هو السبب فى الرائحة النشادرية القوية التى تشم فى الاصطبلات ونحوها. ولا يحدث هذا التغير فى باقى المركبات الأزوتية الأخرى بهذه السهولة والسبب فى حدوث هذا التغير فى كل الأحوال تقريبا الأعمال الحيوية لبعض الكائنات العضوية المجهرية (المركسكوبية) . ففى بعض الأحيان يكون نبات العفن سبب التغير وفى البعض الآخر البكتريا

وتمتص أجزاء التربة مركبات الأمنيوم المتكونة حتى يؤثر فيها صنف آخر من الكائنات الحية المجهرية والتفاعل الكيميائى الذى يصحب ذلك من نوع بسيط جدا تبينه المعادلة الآتية :

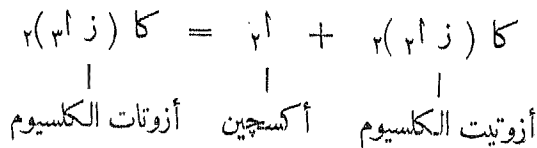


بيد أن هذا التغير لا يحدث الا اذا كان هناك جسم قاعدى التفاعل يجعل الحامض الأزوتوز متعادلا وهذا هو كربونات الكلسيوم على الأرجح . وهالك المعادلة :



ويقوم بهذا التغير كائنات عضوية مركسكوبية تسمى الكائنات الأزوتيتية (النيتريتية) أو نيتروزوكوكس

وفى المنتهى يتحول الأزوتيت بالتأكسد الى أزوتات هكذا :



ويحدث هذا بتأثير كائنات تسمى الكائنات الأزوتاتية ( النيتزاتية ) أو نيتزوبكتز . ولنذكر الآن الأحوال التي توافق تكون الأزوتات مع فرض وجود الكائنات الحية الضرورية في الأرض :

( ١ ) وجود الغذاء المناسب الذي لا بد من اشتغاله على المواد المعدنية خصوصا البوتاسيوم والكلسيوم والكبريتات والفسفات . ويظهر أن من الضروري أيضا وجود ثاني أكسيد الكربون سواء كان غازا منفردا أو ذائبا في الماء أو كان في ضمن ثاني الكربونات وليست المادة العضوية ضرورية للكائنات الأزوتية والأزوتاتية

( ٢ ) وجود مادة قاعدية التفاعل وقد تقدم لنا أن هذه المادة هي كربونات الكلسيوم أو المجنيزيوم في غالب الأحوال . ويجب أن تكون التربة الأرضية التي تعيش فيها الكائنات المجهرية قلوية قليلا جدا أو " متعادلة " أي ليست قلوية ولا حامضية أما إذا كانت شديدة القلوية أو الحامضية فإن تكوين الأزوتات يقف

( ٣ ) وجود درجة الحرارة المناسبة وذلك لأن تكوين الأزوتات يبطل حوالى الصفر المئوى ويشد حوالى الدرجة ٣٠° ويبطل حوالى ٥٠° أو ٥٥°

( ٤ ) وجود الرطوبة أى النداءة

( ٥ ) عدم وجود ضوء شديد لأن ضوء الشمس يبطل عمل الكائنات الحية وإذا استمر أمانها

( ٦ ) وجود مقدار وافر من الأكسجين

إبادة الأزوتات — هى عملية ينجم عنها انفصال الأزوت من الأزوتات وتقوم بها كائنات حية مجهرية تكاد تكون موجودة دائما في التربة على ما يظن ، بيد أنها لا تحدث هذا التأثير إلا حيث لا يوجد الأكسجين

المنفرد ولذا يقال لها جراثيم "غير أكسجينية" . فإذا كانت الأرض جامدة أو متشعبة بالماء أو مشتملة على مقادير عظيمة من المواد الكربونية القابلة للتأكسد كانت بيئة موافقة لإبادة الأزوتات ولهذا كان وضع مقادير كبيرة جدا من السماد البلدى مع أزوتات الصودا في الأرض الزراعية سببا في بعض الأحيان لانفصال الأزوت بواسطة هذه الجراثيم فيضيع

تثبيت أزوت الهواء الجوى في الأراضي الزراعية — قد أظهر البحث أن بعض الكائنات الحية المجهرية قادرة على استخلاص الأزوت المنفرد من الهواء وتحويله الى مركبات تصلح لتغذية النبات وقبل بضع سنين كانت "مُسْتَنْبِتات" هذه الكائنات الحية بضاعة يتجر فيها وكانت تعرف باسم الأليث ولكن الفوائد التي تنجم عن استعمالها كانت موضع الشك ولذلك بطل صنعها . وقد وجهت العناية حديثا الى زيادة البحث في هذا الموضوع فعثر الباحثون على أنواع أخرى من الجراثيم المتقدمة تثبت أزوت الهواء في الأرض ومن هذه بكتريوم كبير أطلق عليه اسم الأزوتوبكتز ويقال ان له قدرة على تثبيت الأزوت في الاراضى المشتملة على مقدار كبير من المادة العضوية . والمعتقد أن الأزوتوبكتريستمد الطاقة الضرورية له من تأكسد المادة العضوية . وعمل هذا البكتريوم وأمثاله هو السبب في خصب الآجام والأراضى الطبيعية المكلثة ووفرة أزوتها ، لأن هذه الجراثيم تجدد من المواد العضوية الكربونية قدرا وافرا موافقا لنموها وتكاثرها

غازات التربة الزراعية — الفجوات التي في تربة الأرض مشغولة عادة بالهواء . وبسبب التغيرات الكيميائية المستمرة خلال الأرض يفقد الهواء جزءا من أكسجينه وتزداد كمية ثانى أكسيد الكربون فيه ولا ينفد الأكسجين لأن هواء الأرض يتجدد على الدوام من الطبقة الهوائية التي فوقها بواسطة خاصة الانتشار

وقد أظهر البحث اختلافا كبيرا في تركيب الغازات المستخرجة من التربة فان الأكسجين يتراوح بين ١٠ ٢٠ ٪ وثنائي أكسيد الكربون بين ١ ٦ ٪ في حين أن مقدار الأزوت لا يختلف الا قليلا جدًا عن مقدار هواء الجو أي ٧٨ ٪ تقريباً . وفي فصلي الصيف والخريف يكون مقدار ثنائي أكسيد الكربون أكثر منه في فصلي الشتاء والربيع ويكون مقدار الأكسجين أقل في الفصلين الأولين منه في الآخرين

ماء التربة الزراعية — يوجد الماء طبيعياً في التربة على شكل طبقات رقيقة تحيط بأجزائها فتذيب ما يقبل الذوبان منها ومن الغازات مكوناً بذلك محلولاً ضعيفاً . ومنشأ هذا الماء عادة الأمطار التي تسقط من السماء فهو لذلك يشتمل على الأجسام التي أذابتها أثناء مرورها في الهواء الجوي كالكلورور والكبريتات

ويختلف تركيب ماء التربة بالضرورة تبعاً لكمية مياه الأمطار الحديثة السقوط عليها ولأحوال أخرى . ويغيب من مياه الأمطار جزء عظيم في باطن الأرض بتأثير الجذب الأرضي والضغط السطحي ، ثم يسيل جزء من هذا بما فيه من المواد الذائبة إلى المصارف ويبقى الآخر خلال التربة ، ثم يصعد جزء من هذا إلى السطح بتأثير الضغط السطحي وهناك يأخذ في التحول إلى بخار فيصير أكثر تشبعاً

وفي الأجواء الجافة على الأخص يكون مقدار المواد الذائبة في ماء الجزء العلوي من التربة أضعاف مقدارها في ماء الرش . ومتى ازدادت تشبع السائل امتصت التربة بلا شك كثيراً من المواد الذائبة فيه . وبخار الماء الذي في الطبقات العليا يتلوه صعود ماء آخر بخاصة الضغط السطحي فينتج عن ذلك جلب مقادير عظيمة من غذاء النبات والمواد الذائبة الأخرى إلى تلك الطبقات (+)

(+) أي حيث توجد جذور النبات — المترجم

وقد يعظم في الجهات الجافة تشبع الماء بالمواد الذائبة حتى تصير التربة غير صالحة لنمو النبات . وتعزف هذه الأراضي بأنها "ملحية" أو "قلوية"

ويختلف مقدار ما يضيع من مياه الأمطار بالرش تبعاً لعدة أمور منها كيفية توزيع مياه الأمطار وقوة حفظ التربة للياء وسرعة بخار الماء من السطح إلى غير ذلك

وليلاحظ أن مقدار الماء الذي يضيع بالبخار في الأرض المغطاة بالنبات النامي أكثر منه في الأرض الجرداء

وقد ظهر من التجارب التي عملت في رُمستيد في مدة عشرين سنة (من سنة ١٨٧٧ — ١٨٧٨ إلى سنة ١٨٩٦ — ١٨٩٧) أن متوسط ماء الرش من خلال ١٥٢ سنتيمتراً من أرض خالية من النبات ٣٧ سنتيمتراً حيث كان مقدار ما سقط من مياه الأمطار ٧٥ سنتيمتراً في العام

وفي السنين الكثيرة الأمطار يكثر ماء الرش وتزيد نسبته إلى الساقط من الأمطار . ففي سنة ١٨٧٨ — ١٨٧٩ كان مقدار ما سقط من المطر ١٠٤ سنتيمترات وما رش ٦٢ سنتيمتراً . وفي السنين القليلة الأمطار جداً يقل ماء الرش وتصغر نسبته للساقط من الأمطار ففي سنة ١٨٩٧ — ١٨٩٨ كان مقدار ما سقط من المطر ٥٠ سنتيمتراً وما رش ١٦ سنتيمتراً . وفي الأراضي المزروعة يكون ماء الرش أقل منه في غير المزروعة بمقدار كبير فقد ظهر من تجارب أجريت في فرنسا أن ماء الرش بلغ في أرض بور ٢٩ سنتيمتراً وفي أرض مشابهة لها مزروعة بطاطس ١٥ سنتيمتراً

الخسارة الناشئة من الرش — يحمل الماء الذي يرش من الأرض معه دائماً كمية من المواد ذائبة فيه . وأهم المركبات التي ينقلها الماء بهذه الكيفية الأزوتات . ومقدار ما يضيع منه في الأرض التي لا تحمل زرعاً أكثر منه في الأرض المزروعة لأسباب عدة :

(أولها) ان الرشح أكثر في الأرض التي ليس بها زرع

(ثانيها) عدم وجود جذور نباتية تمتص الأزوتات

(ثالثها) ان جفاف الأرض يكون بطيئا بسبب خلوها من الزرع فتبقى الندوة زمنا أكثر مما لو كان فيها زرع . وهذا يساعد الجراثيم على تكوين الأزوتات خصوصا اذا كان الجو جافا فان درجة الحرارة تكون اذن مرتفعة في الغالب وهذا أكثر موافقة لتكوين الأزوتات

وقد تبين من التجارب التي أجريت في رُمَيْسْتِد أن المتوسط السنوي لما ضاع من الأزوت في ضمن الأزوتات من أرض لم تزرع عشرين سنة (من سنة ١٨٧٧ - ١٨٧٨ الى سنة ١٨٩٦ - ١٨٩٧) بلغ ٣٥,٣ رطلا مصرياً في كل فدان مصري وهذا يعادل ٢٢١,٥ رطلا من أزوتات الصودا التجارية

علي أن مقدار ما يضيع من الأزوت يختلف باختلاف طبيعة الأرضين ففي حِرَجْنُو بالقرب من باريس في سنة ١٨٩٦ - ١٨٩٧ كان مقدار ما فقد من الأزوت من أرض بور ١٩٩ رطلا لكل فدان مصري ، في حين أن مقدار ما فقد من الأزوت من قطع مزروعة من الأرض عيناها كان في بعض الأحوال صغيرا جدا . فمن ذلك أن قطعا زرع فيها الحشيش الشليمي لم تفقد الا ٢,٥ ط من كل فدان مصري (\*) وهناك مركبات أخرى يذهب بها ماء الرشح وهي أقل أهمية من الوجهة العملية وان كان مقدار ما يفقد منها كبيرا وأكثر هذه المركبات ضياعا كربونات الكلسيوم . ويختلف مقدار ما يفقد منه باختلاف طبيعة الأرضين . وقد لاحظ بعض الباحثين في أوربّا أن الفدان من الأراضي التي فوق الصخور النارية يفقد نحو ٥٢٤ رطلا مصريا كل سنة

(\*) يقصد بالخشارة المشار اليها ضياع الأزوتات وغيره بواسطة الرشح على أن هناك أحوالا خاصة تستمد فيها التربة مقادير عظيمة من الأزوت المركب بواسطة تثبيت بعض الجراثيم لأزوت الهواء كالأزوتوبكتريز فبذلك أوفر أزوتا على الرغم مما فقدته بالرشح (راجع الصفحة ٧١)

وأن الفدان من الأراضي الطباشيرية ربما يصل ما يفقده في السنة الى ٢٨٣٠ رطلا مصريا . ولكن المقادير التي ظهرت من البحث في إنجلترا أقل من هذه

ومما ينبغي التنبيه اليه أن التسميد بمركبات الأنيوم يزيد مقدار ما يُفقد من كربونات الكلسيوم

ومن المواد التي تضع بالرشح الحامض الفسفوريك ولكن مقدار ما يضيع منه قليل جدا على ما نظن الا في الأراضي الدبالية فانها تفقد في الغالب كثيرا من الحامض الفسفوريك وان كان مقداره فيها أقل من الضروري وسبب هذا على ما يظن خاصة الاذابة التي لثاني أكسيد الكربون والحوامض العضوية المتكونة من تعفن المواد الكربونية

وقد ظهر من التجارب الألمانية أن مقدار ما يفقده الفدان كل سنة من الحامض الفسفوريك يتراوح بين ٨,٥ رطل مصري في الأراضي الطينية و ٢٠,٥ ط في الأراضي الدبالية . ومن المركبات التي تضع أيضا بماء الرشح البوتسا والمقادير التي تُفقد منها تختلف كثيرا ولكنها لا تصل في إنجلترا الى حد من الأهمية بمكان الا في النادر . نعم قد يحتوي ماء الرشح في أحوال خاصة على مقادير ليست بالقليلة من المواد الذائبة فقد يصل ما يحتوي عليه الماء الراشح من البساتين التي وضعت فيها مقادير عظيمة جدا من الأسمدة الى ٨,٤ أجزاء من البوتسا و ٣٣ جزءا من خامس أكسيد الفسفور (فوم) في كل مليون جزء

تحليل التربة الزراعية — لا يعد اشتغال التربة على مقادير وافرة من المواد التي تتكون غذاء النبات دليلا شافيا على خصبها ولو كانت الأحوال الطبيعية للأرض حسنة ، وذلك لأنه يجب أن تكون المواد الغذائية على حالة يسهل معها تغذي النبات بها وفي الغالب نجد أن تحليل التربة التام أي الذي يبين النسبة المئوية لكل جزء من أجزائها قليل الحدود في الحكم على خصب الأرض أو على نوع ما تحتاج اليه من الأسمدة

ولنذكر واقعة حال توضيح هذا الموضوع :

تتين من تحليل قطعتين من أرض المرعى ( ١ ٦ ب ) أنهما يشتملان على المقادير الآتية من المواد المختلفة :

اسم المادة	(١) النسبة المئوية	(ب) النسبة المئوية
الندوة أو الرطوبة ... ..	٣,١٣	١,٧٠
النقص بالتكليس (الاحراق) ...	١٠,٨٥	٧,٧٩
الأزوت ... ..	٠,٢٧٤	٠,٢٤٧
المواد التي لم تذوب ... ..	٦٧,٣٨	٨٠,٢٨
أكسيد الحديد والألومنيوم ... ..	١٥,٦١	٨,١٦
جير ... ..	٠,٢٩	٠,١٣
أكسيد المنجنيزيوم (المجنزيا) ...	٠,٣١	٠,٢١
البوتسا ... ..	٠,٨٦	٠,٤٨
خامس أكسيد الفسفور (فوم ١٥)	٠,١٥	٠,١٢
مواد أخرى لم تُكشف ... ..	١,٤٢	١,١٣
المجموع	١٠٠,٠٠ تقريباً	١٠٠,٠٠ تقريباً

ومن هذه الأعداد يظهر جلياً أن القطعة (١) تحتوى على مقدار من الأزوت والجير وخامس أكسيد الفسفور أكثر من القطعة (ب) وقد يتبادر الى الذهن أن القطعة (ب) تحتاج الى مقدار من الجير وخامس أكسيد الفسفور أكثر مما تحتاج اليه (١) ، ولكن التجارب التي عملت أظهرت عكس ذلك . فان سماء خبث المعادن الذى جلّه مكوّن من فسفات الكالسيوم والجير المنفرد يحدث فى محصول القطعة (١) زيادة ظاهرة ولا يأتى بزيادة تستحق الذكر فى محصول (ب) ومن هذا يتبين أن الجير وخامس أكسيد الفسفور فى القطعة (ب) أكثر موافقة لتغذية جذور النبات ، وان قل مقدارهما عما فى القطعة (١)

ولهذا السبب اقترح الدكتور دآير أن يبحث فى تحليل التربة عن مقدار الحامض الفسفوريك والبوتسا الذى يذوب فى محلول مشتمل على ١ ٪ من الحامض الليمونيك (الحامض الستريك) ليكون ذلك مقياساً للصالح من هذين الجسمين لتغذية النبات . وانما اختار الدكتور دآير هذا المحلول المعين لأنه وجد أن حموضته تضارع حموضة عصارة الجذور والشعور الجذرية فى كثير من أنواع النبات

وباتباع هذه الطريقة فى تحليل القطعتين المتقدمتين وصلنا الى النتيجة الآتية :

اسم المادة	(١) النسبة ٪	(ب) النسبة ٪
البوتسا "الصالحة للتغذية" ... ..	٠,٠٠٦٢	٠,٠٠٦٠
خامس أكسيد الفسفور "الصالح للتغذية"	٠,٠٠٤٩	٠,٠٢٠٥

ومن هذا يظهر جلياً أن القطعة (ب) تفوق (١) لاشتغالها على أكثر من أربعة أمثال ما تشتمل عليه من خامس أكسيد الفسفور الصالح للتغذية

وقد اقترح العلماء الزراعيون اعتبار ٠,٠١ ٪ من الفسفات "الصالح للتغذية" ٠,٠٠٥ ٪ من البوتسا "الصالحة للتغذية" أقل ما ينبغى أن تشتمل عليه الأرض الخصبة التى تنبت غالب المزروعات فاذا ظهر احتواء الأرض على أقل من ذلك علمنا أنها فى حاجة الى سماء يسد عوزها . ولكن ينبغى ألا يعزب عن الفكر أن النهاية الصغرى للخصب تختلف باختلاف المزروعات لأن المقادير التى تحتاج اليها من المواد الغذائية مختلفة كثيراً وكذلك قدرة المزروعات على الانتفاع بالغذاء

وخلاصة القول أن مقادير البوتسما والحامض الفسفوريك المستخرجة بواسطة محلول الحامض الستريك خير وسيلة كيميائية لتقدير خصب الأرض وما تحتاج اليه من هذين المركبين وان كانت لا تدل بالضبط على ما يستطيع النبات الحصول عليه منهما

ومما ينبغي التنبيه اليه في هذا الموضع اختلاف السرعة التي بها تصير المواد غير الصالحة للتغذية أغذية صالحة ، فقد ظهر في بعض الأحوال أن الأرض التي جردت من أغذيتها الصالحة بمعالجتها زمنا طويلا بالسائل ذى ١ ٪ من الحامض الستريك تكتسب في زمن وجيز مقادير جديدة من الأغذية الصالحة متى بقيت فيها الندوة الضرورية

ومما يشك قليلا في صحته أن تكون الأغذية الصالحة للنبات أسرع في الأجواء الدافئة منه في الباردة . ولهذا نرى أن وجود المقادير الصغيرة من الأغذية الصالحة قد نفي بما تحتاج اليه المزروعات في الجهات الحارة بسبب سرعة تكون هذه الأغذية . ولهذا السبب وغيره نجد أن أراضي الجهات الحارة أخصب غالبا من الأراضي الانجليزية ، وان برهن التحليل على أن الأولى تحتوى على مقدار من الأغذية الصالحة للنبات أقل من الثانية

وليس في وسعنا أن نأتى في هذا الكتاب الصغير على طرق التحليل الزراعى ومن أراد شرحا مطولا فليراجع بعض الكتب الخاصة بها

## الباب الرابع فى المياه الطبيعية

الماء النقي أو أكسيد الأيدروجين أى يد ١ لا يكاد يوجد طبيعيا فى الكون وذلك لأنه بما له من القدرة العظيمة على الاذابة يذيب جزءا كبيرا أو صغيرا من كل جسم يلامسه . والمطر أنقى أنواعه الطبيعية وان كان لا يوجد تام النقاء أبدا ، اذ أنه يحتوى على كميات مختلفة من مواد ذائبة فيه كما تبين من جدول التحليل المتقدم فى الصفحة ٣٩

ويحتوى ماء المطر زيادة على ما ذكرنا هنالك على غازات ذائبة فيه . ومتى وصل الى الأرض أخذ فى اذابة الأجسام التى سقط عليها . وفى الجهات التى يتكون سطحها من صخور نارية صلبة يكون مقدار ما يذوبه الماء قليلا فى حين أنه اذا كان سطح الأرض مكونا من أحجار جيرية أو من طبقات طباشيرية تذوب فى الماء كميات عظيمة من كربونات الكلسيوم على الأخص ويبلغ ماء الرش من التربة فى انجلترا نحو نصف المطر السنوى ويسيل جزء منه الى المجارى القريبة ومنها الى نهير أو نهر حتى يصل فى المنتهى الى البحر . ويغور جزء آخر منه فى الأرض حتى يصل الى طبقة حجرية غير مسامية كالطين المستحجر فيتراكم هناك حتى يصادف منفذا فى مكان أكثر انخفاضاً فيخرج من سطح الأرض ينبوعا طبيعيا

وأنواع المياه الطبيعية أربعة :

- |               |               |
|---------------|---------------|
| (١) ماء المطر | (٣) ماء النهر |
| (٢) ماء العين | (٤) ماء البحر |

(١) ماء المطر - قد شرحنا تركيبه وأوصافه في الباب الثاني ونزيد الآن أنه يصير حامضاً في الجهات التي يُحرق فيها كثير من الفحم الحجري وهو بهذه الحال خطر عظيم على نمو النبات خصوصاً الحشائش وبعض الأشجار وفضلاً عن تأثيره الضار بالأوراق الخضراء مباشرة يتلف التربة الأرضية بازالتها كربونات الكلسيوم والمواد القلوية الأخرى ويعرقل نمو الكائنات العضوية المجهرية كبكتريا التآزوت ويسبب الحامضية التي لا توافق أغلب النباتات النافعة . وفي كثير من الأحيان تصير أرض الحشائش منجّدة تقريباً (غير صالحة للنبات) متى غُرِضت إلى مياه الأمطار الحامضة . والحماض آخر ما يهلك من نباتها

وقد ذكرنا في الباب الثاني شيئاً عن المركبات الأزوتية التي يجلبها ماء المطر إلى الأرض (راجع الصفحات ٣٨ - ٤١)

(٢) ماء العين - تختلف المياه النابعة من العيون كثيراً من حيث كنه الأجسام الذائبة فيها ومقاديرها فإذا قلت هذه المقادير ولم يكن الماء ذا رائحة قوية أو طعم شديد سمي "عذبا" وإذا كثرت مقادير المواد الذائبة أو كان الماء ذا طعم أو رائحة أو خواص طيبة سمي "معدنياً"

وغالب مياه العيون يشتمل على الأجسام الآتية بمقادير مختلفة :

(١) كربونات الكلسيوم وكربونات المَجنَزِيوم ذائبتان في الماء بسبب احتوائه على مقدار كثير من ثاني أكسيد الكربون

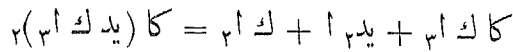
(٢) كبريتات الكلسيوم أو المَجنَزِيوم

(٣) كلورور الصديوم أو البوتاسيوم

(٤) سلكات قلوية

(٥) غازات ذائبة - الأكسجين والأزوت وعلى الأخص ثاني أكسيد الكربون . أما كربونات الكلسيوم وكربونات المَجنَزِيوم فيكادان لا يذوبان

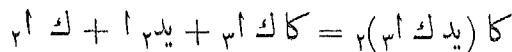
في الماء غير أنه إذا احتوى على ثاني أكسيد الكربون تتكون منهما ثاني الكربونات الذي يذوب بسهولة وهالك المعادلة :



ثاني كربونات الكلسيوم

ويحدث هذا التفاعل على الأكثر في البقاع المكونة من الأحجار الجيرية أو الطبقات الطباشيرية . وذبوان الصخور بهذه الكيفية تكون تحت الأرض الجارى المائية والكهوف التي توجد كثيراً في تلك البقاع

وإذا أُغليت هذه المياه المعدنية تحلل ثاني الكربونات وعاد الكربونات الأصلي فيرسب لأنه لا يذوب في الماء ودونك معادلة هذا التغير :



ثاني كربونات الكلسيوم

وفي كثير من الأحيان يتخلف راسب كربونات الكلسيوم أو المَجنَزِيوم طبقة ملتصقة تماماً بقاع الاناء وجوانبه وتسمى "الآرى"

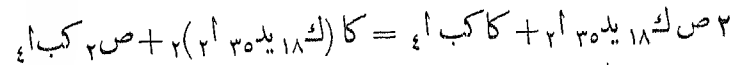
وأما كبريتات الكلسيوم والمَجنَزِيوم فيذبوان في الماء ومقدار ما يذوب من الأول ١,٧ جرام في اللتر

ويوصف الماء المشتمل على مركبات الكلسيوم أو المَجنَزِيوم بأنه "عسير" (+) كما يوصف الماء الذي لا يشتمل عليها بأنه "سهل" ولقاء "العسير" تأثير خاص في الصابون معروف

والصابون في الحقيقة ملح صديومى لحامض دسم كالحامض الإستيريك أى يدك ١٨٠ يده ٣٠ وهذا الملح الصديومى أى إستيرات الصديوم يذوب

(+) المراد "بالعسر" الذى يَعرُزُ ذبوان الصابون فيه و"بالسهل" الذى يَسهلُ ذبوان الصابون فيه - المترجم

في الماء خلافا للأملاح الكلسيومية والمجزيومية للحوامض الدسمة فانها لا تذوب فيه . ولأجل أن يكون الماء مع الصابون رغوة أو بعبارة أخرى لأجل أن يصير الماء صالحا للتنظيف تماما يجب أن يكون مذييا لمقدار من الصابون . وليلاحظ في حالة الماء العسر أنه متى ذاب فيه قدر صغير من الصابون حدث تحلل مزدوج بين الصابون ومركبات الكلسيوم والمجزييوم فيتكون راسب حبيبي كفتات الجبن هو عبارة عن أملاح الكلسيوم أو المجزييوم مع الحوامض الدسمة . وهاك معادلة تبين التفاعل :

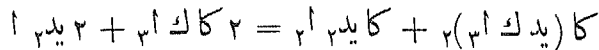


استيرات الصدويم	كبريتات الكلسيوم	استيرات الكلسيوم	كبريتات الصدويم
--------------------	---------------------	---------------------	--------------------

وبهذه الكيفية يزول ما ذاب من الصابون ويجب أن يذوب منه مقدار آخر حتى يكتسب الماء قوة التنظيف بتكون الرغوة . ومن هذا نرى أن الماء "العسر" غير صالح للأغراض المنزلية خصوصا غسل الملابس وما شاكلها لأنه يستلزم استهلاك مقدار كبير من الصابون وفضلا عن هذا يخلف في الأشياء المغسولة راسبا من حبوب جبنية هي عبارة عن صابون الجير أو المجزيا وكذلك لا يصلح الماء "العسر" لتكوين البخار لأن ما يرسب من كربونات الكلسيوم أو كبريتاته على جدران المرجل يزيد كمية الوقود اللازمة لتكوين مقدار معين من البخار . وهناك فرق بين الماء المشتعل على ثاني كربونات الكلسيوم والمجزييوم والمشتعل على كبريتاتهما . فالأول يوصف بكونه "مؤقت العسر" والثاني بكونه "دائم العسر" . وبإزالة مقدار ثاني أكسيد الكربون الزائد من الماء "المؤقت العسر" يرسب كربونات الكلسيوم والمجزييوم (+) ولكن لا يمكن ترسيب الكبريتات من الماء "الدائم العسر" بسهولة لذوبانه في الماء من غير واسطة

(+) لأن وجود هذا الغاز في الماء هو الذي يكسبه قدرة على إذابتها — المترجم

والطريقة المعتادة لجعل الماء "المؤقت العسر" سهلا أن نضع فيه مقدارا من الجير المطفا ( كا يدم ٢١ ) كافيا للاتحاد مع ثاني أكسيد الكربون المنفرد وكذلك الموجود في ضمن ثاني الكربونات فيتكون راسب يشتعل على كربونات الكلسيوم وكربونات المجزييوم الدائمين من قبل في الماء وعلى الكربونات المتكون من اتحاد الجير مع ثاني أكسيد الكربون المنفرد وهاك مثالا للتفاعل الذي يحدث :



فاذا ترك الماء حتى يهدأ نزل الكربونات الى القاع وصار الماء الذي فوقه خاليا من الكلسيوم والمجزييوم وبذلك يصير "سهلا" ويتحسن كثيرا للاستعمال في التنظيف وتكوين البخار . ولا تخرج مركبات الكلسيوم ماء الشرب عن كونه مفيدا للبدن الا اذا كانت مقاديرها كثيرة ، بل ان المقادير المناسبة منها مفيدة في الغالب للحيوان لأنها تمد به الجير الضروري لتكوين أجزائه الصلبة كالعظام والحوار ولأنها تقيه التسمم بالرصاص وذلك لأن الماء "السهل" خصوصا المشتعل على حوامض عضوية متكونة من تعفن المواد النباتية اذا وضع في أنابيب من الرصاص أذاب منها مقدارا كافيا لسم الحيوان اذا شرب منه . فاذا اشتمل الماء على كبريتات الكلسيوم منع ذلك حصول التسمم بسبب تكون كبريتات الرصاص الذي لا يذوب في الماء أبدا ، بل يكون طبقة تغطي سطح الأنابيب من الداخل فتحول بين الماء والرصاص . وتعيين نوع المادة العضوية والمقدار الموجود منها في ماء الشرب أكثر أهمية من تعيين مقدار المواد المعدنية ونوعها فيه . وليست المواد العضوية في ذاتها خطيرة ولكن ضررها راجع الى علاقتها بما يصحبها من الجراثيم المرضية واختلاط براز الحيوان بمياه الشرب أكثر خطرا من سائر أنواع المادة العضوية لأنه عرضة للاحتواء على جراثيم الأمراض المختلفة كالتيقويد والكلرا . ولاشتمال المادة العضوية الحيوانية على مقدار من الأزوت أكثر مما يحتوى عليه اغلب البقايا النباتية كان وجود مقدار كبير من الأزوت المتحد في الماء علامة كافية على اختلاطه بالبراز أو بمواد حيوانية أخرى سواء كان الأزوت المتحد في ضمن مواد عضوية أو أملاح نشادرية أو أزوتات



والمقصود من "العسر" في الجدول عدد حبات كربونات الكالسيوم المكافئة لمجموع أملاح المجزئوم والكلسيوم في جالون من الماء . وقد قدمنا شرح كلمتي "مؤقت" و "دائم" والأعداد المبينة لها تدل أيضا على المقدار المكافئ من كربونات الكالسيوم مقدرا بالقمححات في الجالون الواحد

والمقصود من "النشادر العضوي" كمية غاز النشادر التي تصعد من الماء عند تحليل المواد العضوية الأزوتية التي فيه بواسطة التقطير مع محلول من فوق منتجات (برمجنات) البوتسيوم القلوي

(٣) ماء النهر — تنشأ الأنهار غالبا من عيون مائية ولذلك تكون مياهها أولا مشابهة لمياه منابعها بيد أن النهر غالبا لا يلبث أن يستمد مقدارا عظيما من مياه سطح الأرض فيتغير بذلك تركيبه لأن هذه المياه تشتمل على مواد ذائبة أقل مما في مياه العيون وعلى مواد عضوية وأجزاء معلقة أكثر مما فيها غالبا . على أن تركيب ماء النهر تابع على الأكثر لكونه الصخور التي يتجمع منها . فإذا كانت هذه صخورا نارية أو أحجارا رملية كان الماء في الغالب "سهلا" أما إذا كانت طباشيرية أو أحجارا جيرية فإن الماء يكون "عسرا" وبعض الأنهار كنهر الترنث مثلا يحتوي على كمية كبيرة من كبريتات الكالسيوم الذي تنسب إليه جودة الحصة (البيرة) المصنوعة في ترنت

والجدول الآتي يشتمل على نتيجة تجارب رُسكو وشِرلر وبين متوسط تركيب المياه في ثلاثة أنهر مشهورة . ومنه تتبين السهولة العظيمة في ماء نهر الذي الذي يتجمع من الجهات الجرانيتية في مقاطعة أبدين :

وعلى العموم أن وجود مقدار كبير من المواد العضوية الناشئة من أصل حيواني في الماء يدل دائما على خطر محقق من جراثيم الأمراض على كل حيوان يشرب ذلك الماء . وسلامة الحيوان مع شربه منه عدة من السنين ليست دليلا على عدم وجود الخطر المحقق

ومن المركبات التي تدل على وجود البراز في الماء أيضا ملح الطعام . ولهذا كان احتواء الماء على كثير من الكلور دليلا على اختلاطه بمواد برازية إلا إذا كان الماء في أماكن قريبة من البحر أو كان في مجراه صخور مشتملة على ملح الطعام . وهالك جدولنا نتيجة تحليل رُسكو وشِرلر لثَمُودَجِين من ماء الشرب أحدهما جيد تماما والآخر ردي جدا :

الماء الجيد		الماء الرديء		ما يشتمل عليه الماء
حبات في المليون	أجزاء في المليون	حبات في المليون	أجزاء في المليون	
٦٣	٤,٤	٥٣٠	٣٧,١	مجموع المواد الصلبة .....
٠,٢٥	٠,١٧	٧,٨	٠,٥٤٦	الأزوت ضمن الأزوتات والأزوتيت
٠,٠٣	٠,٠٢	٤,٣٢	٠,٣٠٣	غاز النشادر المنفرد .....
٠,٠٧	٠,٠٥	٠,٩	٠,٠٦٣	النشادر العضوي .....
١١,٤	٠,٨	٦٩,٠٠	٤,٨	الكلور .....
—	٠,١	—	٧,٢	العُسر المؤقت .....
—	٢,٤	—	١٤,٤	العُسر الدائم .....
—	٢,٥	—	٢١,٦	مجموع العُسر .....

حبات في كل جالون			ما يشتمل عليه الماء
نهر التاميز	نهر الترنس	نهر اللدي	
٢٠,٨١	٥٠,٠٦	٣,٨٩	مجموع المواد الصلبة .....
١٠,٨٠	٠,٣٢	٠,٨٥	كربونات الكالسيوم .....
٣,٠٠	٢١,٥٥	٠,١٢	كبريتات الكالسيوم .....
٠,١٧	—	—	أزوتات الكالسيوم .....
١,٢٥	٥,٦٦	٠,٣٦	كربونات الماغنسيوم .....
١,٨٠	١٧,٦٣	٠,٧٢	كلورور الصوديوم .....
٠,٥٦	٠,٧٢	٠,١٤	السلكا (أكسيد الساسيوم) .....
٠,٢٧	٠,٥٠	٠,٠٦	الألومينا (أكسيد الألومنيوم) وأكسيد الحديد .....
شئ يسير	شئ يسير	شئ يسير	فسفات الكالسيوم .....
٢,٣٦	٣,٦٨	١,٥٤	المواد العضوية .....
١٤,٠٠	٢٦,٥٠	١,٥٠	العُسر .....

ويندر أن تحتوى مياه الأنهار على مقادير وافرة من كربونات الكالسيوم كما يحدث في مياه بعض العيون وذلك لأن ملاسمة مياه الأنهار للهواء تجعل مقدار ثانى أكسيد الكربون الذائب فيها أقل بكثير مما في مياه العيون . والغالب في مياه الأنهار أن يكون كبريتات الكالسيوم فيها مصحوبا بكلورور الصوديوم وأملاح الماغنسيوم

ومما يوجب الأسف أن مياه الأنهار في الجهات الآهلة بالسكان والكثيرة المصانع مختلطة بالمياه المنبعثة من المعامل والمواد البرازية الآتية من المدن والقرى ولذلك تصير في الغالب فاسدة كريهة الرائحة ولا يخفى ما في هذا من الأذى والاضرار بالصحة فضلا عن الخسارة الكبيرة التي تلحق الناس من ضياع ما يحتوى عليه البراز من الأزوت المتحد والمواد السمادية الأخرى ذات القيمة العظيمة

ويختلف مقدار المادة العالقة بمياه الأنهار كثيرا تبعا لمقدار المطر وكنه الأراضي المحيطة بها ولأمر أخرى . وفي الغالب نجد المياه "السهلة" والمياه المحتوية على كربونات الصوديوم كدرة في حين أن المياه "العسرة" صافية بسبب جنوح المواد الطينية التي فيها إلى الرسوب

وفي اعتقادى أن السبب في شدة كدورة المياه في كثير من مجارى أفريقية الجنوبية احتواؤها على كربونات الصوديوم . وفي بعض الأحيان تكون المواد العالقة كثيرة جدا بحيث يصير لون الماء طينيا معتما فإذا ما فاض النهر رسبت مواد الطين الدقيقة المجلوبة من أعلى الوادى على شكل طبقة تغطى سطح الأرض وتشتمل هذه الرواسب في الغالب على مقادير عظيمة من أغذية النبات فهو من أجل ذلك سماد مفيد

وفي بلاد قليلة من إنجلترا كالبلاد الواقعة على نهر الهمبر والترنت تعالج الأرض معالجة نظامية بمياه الفيضان ليزيد سمك الطبقة الطينية العليا وهذا ما يعرف بالتنليل والأراضي الغرينية المتكونة بهذه الكيفية عظيمة الخصب . ونيل مصر أحسن مثال للأنهار التي تستعمل لهذا الغرض

وفي الجهات التي يتدر فيها سقوط المطر أو التي يكون توزيعه فيها غير منتظم تروى الأرض من مياه الأنهار . ولما كان "الصرف" في هذه الجهات قليلا كان من المهم معرفة تركيب الماء المستعمل للارواء لأنه إذا كان مذييا للملح الطعام أو كبريتات الصديوم أو كربوناته كان سطح الأرض معرضا لخطر عظيم إذ أن استمرار تركيز الماء يجعل الطبقة العليا مشتملة على مقدار عظيم من المواد الذائبة إلى حد يعرقل كثيرا نمو النبات . وتسمى الأرض حينئذ "ملحية" أو "قلوية" والسبب المعتاد لهذا الصنف من الجدوبة كبريتات الصديوم وكلوورده . ويطلق على كل منهما اسم "القلوى الأبيض" أو كربونات الصديوم ويطلق عليه اسم "القلوى الأسود" . وكلها مستمدة من الأرض نفسها إلا أن بعضها قد يستمد من ماء الري

وللزروعات المختلفة قوى متفاوتة على مقاومة ضرر هذه الأملاح . وعلى العموم نجد أن كربونات الصديوم أكثرها تغلبا على النبات وإضراراً به ، في حين أن كبريتات الصديوم أقلها تأثيراً . ومن حسن الحظ أنه يمكن جعل كربونات الصديوم عديم الضرر تقريباً بوضع الحصى في الأرض فيحدث حينئذ تحلل مزدوج ويتكون كربونات الكلسيوم وكبريتات الصوديوم وهاك المعادلة :



أما إذا كان "القلوى الأبيض" هو ملح الطعام فلا دواء للأرض إلا الصرف وقد يتنا في الجدول الآتي نتيجة التجارب التي أجريت في الولايات المتحدة بأمريكا ، حيث توجد أراض قلوية شاسعة في أماكن متفرقة . ومنه نعلم النهاية العظمى لمقادير كلورور الصديوم وكبريتاته وكربوناته التي يجوز وجودها في الأرض من غير إضرار بأنواع النبات المذكورة في الجدول . والأرقام تبين مقادير الأملاح الثلاثة في الأربعة الأقدام العليا من كل فدان مقدرة بالأرطال الانجليزية :

اسم النبات	كلورور الصديوم	كبريتات الصديوم	كربونات الصديوم
العنب	٩٦٤٠	٤٠٨٠٠	٧٥٥٠
التين	٨٠٠	٢٤٤٨٠	١١٢٠
البرتقال	٣٣٦٠	١٨٠٠٠	٣٨٤٠
الكثيرى	١٣٦٠	١٧٨٠٠	١٧٦٠
التفاح	١٢٤٠	١٤٢٤٠	٦٤٠
الخوخ	١٠٠٠	٩٦٠٠	٦٨٠
المشمش	٩٦٠	٨٦٤٠	٤٨٠
الليمون	٨٠٠	٤٤٨٠	٤٨٠
التوت	٢٢٤٠	٣٣٦٠	١٦٠
البوكاليتس	٢٩٦٠	٣٤٧٢٠	٢٧٢٠
الحب	٢٠٣٢٠	١٩٢٤٠	٣٢٠٠
النخل	—	٥٥٠٠	٢٨٠٠
بعض فصيلة الكينوبديم من جنس نبات المنثنة	١٢٥٢٠	١٢٥٦٤٠	١٨٥٦٠
برسيم حجازى كبير العمر	٥٧٦٠	١٠٢٤٨٠	٢٣٦٠
» » صغير العمر	٧٦٠	١١١٢٠	—
بنجر السكر	٥٤٤٠	٥٢٦٤٠	٤٠٠٠
عباد الشمس	٥٤٤٠	٥٢٦٤٠	١٧٦٠
الفجل	٢٢٤٠	٥١٨٨٠	٨٧٢٠
الجزر	٢٣٦٠	٢٤٨٨٠	١٢٤٠
الشيلم	١٧٢٠	٩٨٠٠	٩٦٠
القمح	١١٦٠	١٥١٢٠	١٤٨٠
الشعير	٥١٠٠	١٢٠٢٠	١٢١٧٠
الترمس	٣٠٤٠	٥٤٤٠	٢٧٢٠
الكرفس	٩٦٠٠	٤٠٨٠	—
الذرة البلدية	٩٦٨٠	٦١٨٤٠	٩٨٤٠

وقد اعتبر في هذا الجدول أن وزن طين الفدان الى عمق أربعة أقدام ١٦٠٠٠٠٠ رطل انجليزى أى أن وزنه إلى عمق قدم واحد ٤٠٠٠٠٠ رطل . وبناء على هذا يكون ١ ٪ من أى جزء من أجزاء التربة عبارة عن ٤٠٠٠ رطل في الفدان الى عمق قدم واحد ويكون ١ ٪ عبارة عن ٤٠٠ رطل وهكذا

(٤) ماء البحر — يختلف تركيب ماء البحر باختلاف الأماكن بسبب ما يصب فيه من مياه الأنهار وغيرها ويثبت على حالة واحدة بعيدا عن الشواطئ . ومتوسط مجموع المواد الصلبة ٣٦ جراما في اللتر أو ٣٥٢٠ حبة في الجالون . وقد حُلل ثُرب ماء البحر الأيرلندى في سنة ١٨٧٠ فوجد المقادير الآتية في ١٠٠٠ جرام :

اسم الجسم	جرامات
كلورور الصديوم	٢٦,٤٣٩
» البوتسيوم	٠,٧٤٦
» المجهزوم	٣,١٥٠
» برومور	٠,٠٧١
» كبريتات	٢,٠٦٦
» كربونات	آثار
» أزونات	١,٠٠٢
» كبريتات الكلسيوم	٠,٣٣٢
» كربونات	٠,٠٤٨
كلورور الأميوم (كلورور النشادر)	٠,٠٠٠٤
» كربونات الحديدوز	٠,٠٠٠٥
الحامض السليسيك	آثار

وفي بعض البحيرات الملحة يزيد تركُّز الماء بسبب انفصالها عن البحر وقد يبلغ مجموع المواد الصلبة في مائها سبعة أمثاله في ماء البحر أو ثمانية أمثاله وهذا ما نجد في مياه البحر الميت والبحيرات الكبيرة المالحة التي في يوتاه

علاقة الماء بالحرارة — خواص الماء الطبيعية خصوصا ما كان منها متعلقا بالحرارة ذات شأن عظيم ، ولذا ينبغي أن يكون المتعلم على بصيرة منها حتى يدرك العمل العظيم الذي يقوم به الماء في الكون ولنشرع الآن في بيانها فنقول :

يوصف الماء النقي عادة بأنه عديم اللون ولكن البحث الدقيق يظهر لنا أن لون الطبقات السميكة منه أخضر ضارب الى الزرقة . وهو موصل ردى للحرارة أى أن الحرارة تنتقل فيه من جزء الى آخر ببطء ، وما نراه عادة من سهولة تسخين كتلة من الماء ، خصوصا اذا كان منبع الحرارة تحت الاناء ، ناشئ من انتقال الحرارة "بالسريان" الذي يتميز تمام التميز من "التوصيل" ونعني بانتقال الحرارة بالسريان أن تسخن أجزاء الماء التي هي أقرب الى منبع الحرارة وتتمدد فتتربع لخطتها وتهبط الأجزاء الباردة من أعلى ومن الجوانب لتحل محلها ، فتحدث دورة في الماء بصعود الساخن منه وهبوط الأقل سخونة

الحرارة النوعية — حرارة الماء النوعية عالية . ونعني بهذا أن رفع درجة حرارة كمية معينة من الماء درجات معينة يحتاج الى مقدار كبير من الحرارة بالنسبة للأجسام الأخرى فمثلا الحرارة النوعية للماء أكبر كثيرا من الحرارة النوعية للزئبق . ويتضح هذا من التجربتين الآتيتين :

(١) اذا خلطنا كيلو جراما من ماء درجة حرارته  $100^{\circ}$  مئوية بآخر في درجة الصفر المئوي كانت درجة حرارة المخلوط  $50^{\circ}$  م تقريبا . ومن هذا نستنتج أن السخونة التي فقدها الكيلوجرام الأول أثناء انخفاض درجة حرارته  $50^{\circ}$  م أى من  $100^{\circ}$  م الى  $50^{\circ}$  م كانت كافية لرفع درجة حرارة الكيلوجرام الثانى  $50^{\circ}$  م أى من الصفر الى  $50^{\circ}$  م

(٢) اذا قلبنا كيلو جراما من ماء درجة حرارته  $100^{\circ}$  م فى كيلو جرام من الزئبق فى درجة الصفر المئوي كانت حرارة المخلوط المؤقت  $96,7^{\circ}$  م تقريبا ومن هذا نستنتج أن السخونة التي فقدها الكيلوجرام من الماء أثناء انخفاض درجة حرارته  $3,3^{\circ}$  ، أى من  $100^{\circ}$  الى  $96,7^{\circ}$  م ، رفعت درجة حرارة الكيلوجرام من الزئبق  $96,7^{\circ}$  م

ومن هاتين التجربتين يتضح لنا أن كمية الحرارة التي نحتاج اليها لرفع مقدار من الماء درجات معينة أكبر ثلاثين مرة مما نحتاج اليه لنرفع الى الدرجات عينها مقدارا من الزئبق يساوى الماء وزنا . ومن حيث ان الحرارة النوعية للماء متخذة وحدة تكون الحرارة النوعية للزئبق  $\frac{1}{10}$  أو  $0,33$ .

وبناء على ما تقدم يمكننا أن نعرف الحرارة النوعية لأي جسم بأنها النسبة بين كمية الحرارة التي نحتاج اليها لنرفع أى مقدار وزنى منه الى أى عدد من درجات الحرارة وبين كمية الحرارة التي نحتاج اليها لنرفع وزنا من الماء مساويا لذلك المقدار من الجسم الى عدد الدرجات الحرارية بعينها

ولما كانت حرارة الماء النوعية أكبر حرارة نوعية معروفة كانت الأعداد الدالة على الحرارة النوعية لما عدا الماء من الأجسام أقل من واحد وهاك جدولاً يبين الحرارة النوعية لعدة من الأجسام المتداولة :

## جدول الحرارة النوعية

الحرارة النوعية	اسم الجسم	الحرارة النوعية	اسم الجسم
$1,98$	الزجاج	$1,00$	الماء
$1,89$	السلكا	$0,62$	الكنؤل
$1,18$	الصلب	$0,426$	عطر التربينينة
$0,94$	النحاس	$0,55$	الجلسرين
$0,94$	النحاس الأصفر	$0,355$	الحامض الكبريتيك
$0,56$	القصدير	$0,477$	الدبال
$0,33$	الزئبق	$0,233$	الطين
$0,31$	الرصاص	$0,214$	الألومنيوم
		$0,206$	كربونات الكلسيوم

ولتغير درجة الحرارة تأثير غريب فى حجم الماء فهو يماثل غالب الأجسام فى أنه يمتد بالحرارة وينكش بالبرودة ، غير أنه بالبحث الدقيق يتبين أن هذا الوصف مطابق للحقيقة فى بعض أحوال الماء فقط ، لأنه عند الدرجة  $4^{\circ}$  م تقريبا يصل الى النهاية الكبرى لكثافته ويمتد سواء سخن أو برد . فاذا استحال الى ثلج حدث تمدد فى حجمه ( راجع الباب الثالث ) . ويخالف الماء سائر الأجسام فى هذه الخاصة

وبسبب كون الماء يبلغ النهاية العظمى لكثافته عند الدرجة  $4^{\circ}$  م تبقى مياه البحيرات غالبا حوالى هذه الدرجة فى أعماق بعيدة تحت الثلج ، وإن كان الجوف فى أبرد أحواله

الحرارة الكامنة — اذا جمد السائل انبعثت منه الحرارة وبالعكس اذا تحول الجسم الجامد الى سائل حدث امتصاص للحرارة

فاذا وضعنا في اناء مقدارا من الثلج ولنفرض أن درجة حرارته  $10^{\circ}$  م ثم وضعنا بين قطع الثلج مقياس درجة الحرارة (الترمومتر) وساطنا الحرارة على الاناء شاهدنا أن درجة الحرارة ترتفع ببطء حتى تصل الى الصفر، فيبتدئ ذوبان الثلج وتثبت درجة الحرارة عند الصفر حتى يذوب الثلج كله رغم كون كمية الحرارة المسلطة على الاناء لم تُغيّر. وكمية الحرارة التي تمتص بهذه الكيفية كبيرة وتساوى بالضبط كمية الحرارة التي انبعثت عند تكون الثلج من الماء السائل. ولأجل أن تصوّر مقدار الحرارة التي يمتصها الثلج أثناء ذوبانه نضع في كيلو جرام من ماء درجة حرارته  $80^{\circ}$  م كيلو جراما من الثلج في درجة الصفر المئوي ونقلبه في الماء فنشاهد أن الثلج يذوب وأن السائل كله يصير في درجة الصفر. ومن هذا نستنتج أن الحرارة اللازمة لذوبان كيلو جرام من الثلج في درجة الصفر بدون أن ترتفع درجة حرارته تساوي كمية الحرارة الضرورية لرفع درجة حرارة كيلو جرام ماء من الصفر الى الدرجة  $80^{\circ}$  م. أو بعبارة أخرى تساوي كمية الحرارة التي نحتاج اليها لرفع  $80$  كيلو جراما من الماء درجة واحدة مئوية. وهذه الحرارة التي امتصها الثلج أثناء ذوبانه تسمى "الحرارة الكامنة لذوبان الثلج" لكونها أي خفائها عن أن تقدر بمقياس درجة الحرارة مباشرة. وهي تساوي  $80$  وحدة حرارية كما تبين من التجربة المتقدمة (+)

وبالعكس عند تحوّل الماء الى ثلج ينبعث من كل كيلو جرام منه حرارة تكفي لرفع  $80$  كيلو جراما من الماء درجة مئوية

ومما تقدم يتبين السبب في أن الثلج يتكوّن في الجو البارد ببطء فوق سطح الماء وفي أن الثلج والصقيع يذوبان ببطء أيضا متى جاء الدفء

وهناك تغير آخر يظهر في الماء بتحوّله من سائل الى بخار. فاذا سخنا بانتظام مقدارا من الماء في درجة الحرارة المعتادة ووضعنا فيه ترمومترا شاهدنا أن

(+) ويمكن تعريفها بأنها كمية الحرارة الضرورية لتحويل جرام من الثلج في درجة الصفر المئوي الى ماء في الدرجة عينها — المترجم

درجة الحرارة ترتفع باستمرار وهذا يدل دلالة واضحة على أن الحرارة تنصرف الى رفع درجة حرارة الماء. ويتوالى الارتفاع بحالة منتظمة تقريبا حتى تبلغ درجة الحرارة حوالي  $100^{\circ}$  م ثم تثبت على ذلك مهما زدنا كمية الحرارة المسلطة على الماء، ولكن لا يلبث الماء أن يتحوّل ببطء الى بخار درجة حرارته عند صعوده من الماء هي نفس درجة حرارة الماء أي  $100^{\circ}$  م

وهذا دليل واضح على أن الحرارة التي سلطت على الماء قد انصرفت بعد بلوغه  $100^{\circ}$  م الى تصديره بخارا بدون احداث زيادة في درجة حرارته وتسمى كمية الحرارة اللازمة لتحويل جرام من الماء في درجة  $100^{\circ}$  م الى بخار في الدرجة عينها "الحرارة الكامنة لبخار الماء أو للبخار" وهي كبيرة جدا إذ أنها تساوي  $536$  أو بعبارة أخرى هي قدر كمية الحرارة التي ترفع جراما من الماء درجة واحدة  $536$  مرة

وتسمى كمية الحرارة الضرورية لرفع جرام من الماء من الصفر المئوي الى  $100^{\circ}$  م "الوحدة الحرارية" أو "السعر"

ولنطبق الآن ما علمناه عن الماء على ما نشاهده في الكون فنقول :

يتحوّل الماء الى بخار فينتشر في الهواء الجاف (أو في أي غاز أو مكان غير متشبع ببخار الماء) على اختلاف درجة حرارته ومن حيث ان تحوّل الماء الى بخار يحتاج الى الحرارة الكامنة للبخار تكون كمية الحرارة التي تمتص بهذه الكيفية كبيرة جدا. وهذا يفسر لنا كون الأشياء المبتلة تبرد متى عُرِضت للهواء. وليس السبب في ذلك أن الماء أبرد في ذاته من الأجسام الأخرى ولكن السبب تحوّله الى بخار بامتصاصه الحرارة الضرورية لذلك من الأجسام المجاورة له. وكلما كان البخار سريعا كان انخفاض درجة الحرارة سريعا أيضا. وتزداد سرعة البخار بازدياد درجة الحرارة وبسرعة تجدد الهواء المجاور لسطح المبتل بواسطة التيارات الهوائية أو الريح مثلا. وليست الحرارة ضرورية لتحوّل الماء الى بخار فقط بل لتحوّل أي سائل الى بخار. ومع أن كمية الحرارة الضرورية

لهذا التحول تختلف باختلاف السوائل لا نجد بين السوائل ما تبلغ حرارة بخاره في العظم حرارة بحر الماء ولنورد التجربة الآتية برهاناً قاطعاً على امتصاص الحرارة عند تكون البخار :

إذا وضعنا فوق قطعة من الخشب تعلوها نقط قليلة من الماء كوباً من زجاج رقيق قد وضع فيه مقدار صغير من الأثير ثم نفخنا تياراً من الهواء في الأثير بواسطة منفاخ في طرفه أنبوبة ليتحول إلى بخار بسرعة شاهدنا أن الماء الذي تحت الكوب يتحول إلى ثلج فيلتصق الكوب بقطعة الخشب . وسبب هذا أن الأثير أثناء تحوله إلى بخار يمتص حرارة عظيمة من الكوب فيبرد الماء الذي تحته حتى يصير ثلجاً في زمن قصير

وعظم حرارة الماء الكامنة وكذا عظم حرارته النوعية يؤديان إلى أمور ذات شأن كبير في الكون

فعظم كمية الحرارة النوعية للماء هو السبب في اعتدال هواء الجهات القريبة من المياه الكثيرة . ولهذا كان مجال الاختلاف في درجة الحرارة في الجزائر والأماكن القريبة من شواطئ المياه الواسعة أقل منه في غيرها من المواضع المتوعدة في البر

وعظم الحرارة النوعية وعظم الحرارة الكامنة معا يجعلان الأرض المبتلة باردة ، فحرارة الشمس لا تسخنها إلا قليلاً لسببين :

(١) عظم كمية الحرارة النوعية للماء الذي في الأرض

(٢) أن معظم حرارة الشمس يذهب لتحويل جزء من ماء الأرض إلى بخار ويزداد تأثير السبب الثاني إذا كانت الرياح تهب فوق الأرض لأن ذلك يزيد في سرعة تكوين البخار

## الباب الخامس في النبات

سنذكر في هذا الباب شرحاً مختصراً لوظائف أجزاء النبات المختلفة ونتبعه ببيان موجز لأهم المركبات الكيميائية المكونة للنبات . ومن أراد شرحاً شافياً لكيفية تركيب النبات وتاريخ حياته فعليه أن يراجع كتاباً خاصاً بعلم النبات

الإنبات — البزرة في الحقيقة جرثومة أودع معها غذاؤها . ومنها يتكون النبات الجديد . وتحتوى كل البزور على أجسام أزوئية معقدة التركيب تسمى "البروتينات" وتحتوى أيضاً على الكربوهيدرات (مائيات الكربون) أو على الأدهان كما تشتمل على مواد معدنية

ويمكن حفظ البزور مدة من الزمن من غير أن يطرأ عليها تغير بشرط وقايتها من الرطوبة . والشروط الضرورية لانبات البزور هي :

(١) الرطوبة

(٢) الأكسجين

(٣) درجة الحرارة الموافقة للانبات

(٤) زوال ثاني أكسيد الكربون الذي يتكون من تحلل المواد الكربونية في البزور

ففي تحققت هذه الشروط حصل الانبات بسهولة من غير احتياج إلى مواد معدنية أو مواد غذائية أخرى من الخارج ، وتمتص البزور الأكسجين فتنشأ الحرارة ويتكون ثاني أكسيد الكربون

المخمرات الجمادية أو الأئزيمات — هي أجسام تذوب في الماء ولها قدرة على إحداث التغيرات الكيميائية في الأجسام الأخرى من غير أن يلحقها أي أدنى تغير على ما يظهر

وتتكوّن هذه المخمرات في البزور فتحول النشا والمواد الأخرى غير القابلة للذوبان الى مواد سكرية أو مركبات أخرى قابلة للذوبان فتنتقل بسهولة الى السويق والجذير لينمو

ومتى برز السويق فوق سطح الأرض معرضا لضوء الشمس تكوّنت فيه المادة الخضراء (الكلوروفيل) فيصير من هذا الحين قادرا على تمثيل ثانى أكسيد الكربون الذى فى الهواء . ويتكوّن على الجذير فى زمن يسير وبرغم من المواد المعدنية والأروقات الذائبة فى ماء التربة الأرضية الى داخل النبات وأجزاء النبات الرئيسية هى الجذر والساق والأوراق والأزهار والبزور ولتكم على كل منها :

الجذر — الجذير الذى يخرج من البزرة ينمو فى اتجاه رأسى الى أسفل واتجاهه تابع للجذب الأرضى أولئاثير قوة أخرى . ومتى استقر فى الأرض ونما حتى صار جذرا خرجت منه جذور جانبية . وبالقرب من الأجزاء النامية من الجذر توجد شعور جذرية ذات خلايا رقيقة الجدران تمتد بين أجزاء التربة فاذا ماغلظت تلك الأجزاء ماتت الشعور ولا توجد هذه بكثرة إلا على مقربة من الأطراف النامية من الجذر . ويغلب على الظن أن رقة جدران الشعور الجذرية لها دخل عظيم فى نمو النبات . ولا يدرك عمل الشعور الجذرية الا بفهم الظاهرتين المعروفتين "بالانتشار" و"الضغط الأزموزى" وقد سبقنا الإشارة الى الأول من هذين فى الباب الثالث وزيد الآن أن "المواد الغرائية" تنتشر ببطء وهى ذائبة فى الماء وليس لها قدرة على النفوذ من المواد الغرائية غير القابلة للذوبان مثال ذلك الرق ، فى حين ان "الأجسام المتبلورة" تنتشر بسرعة وتنفذ من الأغشية الغرائية المشبعة بالماء

ونفذ الأجسام المتبلورة الذائبة من خلال الأغشية الغرائية هو عملية انتشار ويكون دائما من المحلول القوى الى الضعيف ويزول فى الظاهر فقط متى صارت قوة المحلولين على جانبي الغشاء واحدة

وبعض المواد يسمح بمرور السائل المذيب ويمنع الجسم المذاب من النفوذ اذا جعل فاصلا بين سائلين مختلفي القوة ، وتسمى هذه المواد "شبه منفذة" ولا نعلم من الأغشية ما هو "شبه منفذ" تماما ، ولكن فى الاستطاعة الحصول على غشاء يقرب من أن يكون كذلك . فاذا صنع من هذا الغشاء خلية وملئت بمحلول ووصلت بما نومت (مقياس الضغط) ثم أفقلت ووضعت فى ماء شاهدنا أن الماء ينفذ الى داخل الخلية ولا يخرج شئ من المحلول الى الماء تقريبا ونتيجة هذا تكون ضغط داخل الخلية يساوى فى بعض الأحوال عدة ضغوط جوية ويسمى "الضغط الأزموزى" وقد شوهد أنه يقوى تبعا لشدة تركر المحلول وارتفاع درجة الحرارة . ويغلب على الظن أن الخلايا التى يتكوّن منها النبات أو عبارة أدق أن البروتيلزم أو مادة الحياة التى فى داخل الخلايا النباتية "شبه منفذ" تقريبا . فاذا كانت الخلايا محاطة بسائل أقل تركزا من السائل الذى فى داخلها اكتسبت من ذلك السائل أكثر مما تفقد من سائلها وهذا يزيد الضغط داخلها . واذا كان السائل الخارجى أكثر تركزا من الداخلى تفقد الخلايا من سائلها أكثر مما تجنيه من السائل الخارجى فتتكش . وليست المادة الخلوية المتكوّنة منها جدران الخلايا "شبه منفذ" ولكنها تسمح للسوائل بالانتشار بسهولة وهى فى ذاتها صلبة تقريبا ، ولذا لا تتكش مع البروتيلزم بل ينكش هو عنها كما يظهر ذلك اذا نظرت الخلايا بالمجهر وهى مغمورة فى محلول من الملح ذى تركر خاص . وتعرف هذه الظاهرة "بانكاش البروتيلزم" (بِلزْمِيسِز) وتؤدى الى موت النبات

وعلى الرغم من أن معظم أنسجة النبات يشتمل على مقادير عظيمة من الماء فى طور الحياة نجدها قوية حافظة لقوامها وما ذاك الا لانبعاث خلاياها وتوترها (+)

وخلاصة القول أن الصلابة والاستقامة فى سيقان النبات وأوراقه مسببان على الأكثر عن المقاومة الناشئة من صلابة جدر الخلايا وضغط البروتيلزم



المنبجج بالسائل الداخلى فاذا قل هذا الانبجج بخر الماء الذى فى الخلايا مثلا ذبل النبات وضعفت قوته واسترخى

والظاهر ان المتقدمان أى ظاهرة انتشار المواد الذائبة ونفوذها من خلال الأغشية وظاهرة الضغط الأزموزى داخل الأغشية تخالف كل منهما الأخرى وان أمكن حدوثهما بمقدار صغير فى آن واحد . ويغلب على الظن أن ما يحدث فى جذور النبات من هذا القبيل ، فان البروتيازيم يسمح "بالانتشار" قليلا وبهذا تنفذ المواد الذائبة فى ماء الأرض الى داخل الخلايا وتخرج بعض المواد الذائبة فى عصارة الخلايا الى الأرض وفى الوقت عينه يحصل "الضغط الأزموزى" لأن البروتيازيم "شبه منفذ" تقريبا كما قدمنا والسائل داخله أكثر تركزا من السائل خارجه ، وان كانت المواد الذائبة فيها مختلفة كنها . ويظهر أثر الضغط الأزموزى جليا فى الضغط الجذرى الذى يشاهد فى النبات ويسبب سيلان العصارة النباتية من الساق اذا قطعت . وقد ثبت أن الضغط الجذرى يصل فى بعض الأحيان الى ضعف الضغط الجوى أو ثلاثة أمثاله

والخلاصة أن المواد المعدنية والأزوتات تدخل خلايا الجذور وشعورها بخاصة "الانتشار" . أما اندفاعها الى السيقان والأوراق فينشأ على الأكثر من الضغط الأزموزى الذى يحدث داخل الخلايا ، لا بواسطة هذه الأجسام المعدنية ، بل بواسطة السكر والمواد الكربونية الأخرى المكونة للعصارة ويغلب على الظن أن جزءا من العصارة الحامضية يخرج من شعور الجذور فى الوقت عينه الى التربة بخاصة الانتشار فيحدث تأثيرا عظيما فى اذابة الفسفات ومركبات البوتاسا التى لا طاقة للماء وحده على اذابتها (\*) وبذلك تصير هذه المركبات صالحة للنفوذ الى الخلايا بخاصة "الانتشار"

(\*) قدمنا فى حاشية الصفحة ٥٣ أن المعتقد الآن أن ثانى أكسيد الكربون الذى تخرجه جذور النبات هو أعظم المؤثرات التى تذيب مالا يقوى الماء على اذابته من أجزاء التربة الأرضية وأن العصارة الحامضية ان كان لها تأثير أصلا فى اذابة هذه الأجزاء فليس ذلك الا تأثيرا يسيرا

الساق — هو الوصلة بين الجذور والأوراق وله فى كثير من الأحيان فوائد أخرى ففى بعض الأحوال يكون مخزنا للمواد المدخنة أو المواد التى أخذها النبات من الأرض وليس لها نفع

الأوراق — للأوراق فائدة عظيمة جدا فى الأعمال الكيميائية الضرورية لحياة النبات فهى الموضع الذى يحدث فيه تمثيل المواد الكربونية وهى على الأرجح موضع تكون البروتينات والأميدات من المركبات الكربونية والأزوتات والفسفات والكبريتات التى تدخل النبات من خلال الجذور . وتقوم الأوراق بوظيفة أخرى هامة هى عملية "البخر" التى بواسطتها يتخلص النبات مما يزيد عن حاجته من الماء الذى امتصته الجذور

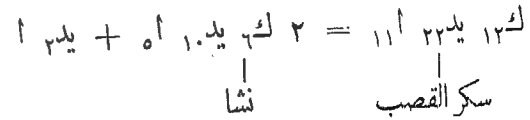
والتغير الكيميائى الذى تتمنازه الحياة النباتية هو عملية "التمثيل" أى امتصاص ثانى أكسيد الكربون واستعمال كربونه فى تكوين المركبات الكربونية ثم طرد الأكسجين . والتمثيل من التغيرات الماصة للحرارة أعنى أن حدوثه يحتاج إلى طاقة . وهذه تستمد من الضوء لأن التمثيل لا يحصل إلا عند وجوده والمادة النباتية الخضراء (الكلوروفيل) هى التى تمتص الضوء . وقد ظهر من التجارب أن الضوء الأحمر الذى تمتصه الأوراق تماما هو الذى يحدث أكبر مقدار من تمثيل ثانى أكسيد الكربون . والفجوات التى تحت بشرة الأوراق هى مقر هذه العملية ، فيدخل ثانى أكسيد الكربون اليها بخاصة "الانتشار" من خلال ثقب صغير تعرف "بالمسام" وهى كثيرة العدد فى كل الأوراق وتوجد على السطح الأسفل خصوصا . ولسنا على علم بين من كنه التغير الذى به يمتص ثانى أكسيد الكربون ويطرد الأكسجين بواسطة الأوراق الخضراء فى ضوء الشمس . وقد اقترح بعض العلماء أن أول مركب يتكون هو الفورمالدهيد أى ك يه ١ وذلك باتحاد ثانى أكسيد الكربون مع الماء وانفصال الأكسجين على مقتضى هذه المعادلة :



وتتحوّل المواد الذائبة الى أجسام مغذية للنبات . ومقدار الماء الذى يضيع "بالبحر" ، اذا كان الماء الذى تمتصه الجذور ضعيف التركيز ، أكثر مما اذا كان قويه (+)

$$٦ \text{ ك يد } ١ = ٦ \text{ ك يد } ١٢٢$$

ولكن هذه المسألة لم تحل نهائيا . والظاهر أنه من المحتمل أن يكون سكر القصب أى ك يد ١٢٢ أول ما يتكوّن فى كثير من أنواع النبات ، ومتى وصل مقداره فى العصارة حدّا معيناً ابتدأت حبوب النشا فى التكوّن . وهذا التغير بسيط جدا من الوجهة التركيبية ولكنا لا ندرى شيئا عن كيفية حدوثه وهالك بياناً تركيبيا له :



ومتى قل مقدار السكر فى العصارة النباتية عن حد معين ابتدأت حبوب النشا فى التحوّل الى سكر بتأثير نوع من الخمرات يعرف "بالديستاز" وهذا التحوّل من الأهمية بمكان لانه لا ينتقل فى النبات من جزء الى آخر إلا الأجسام المتبلورة الذائبة

وتؤدّى أوراق النبات وظائف أخرى هامة زيادة على تكوين الكربوهيدرات . من ذلك عملية "البحر" التى تحصل على الأكثر من خلال مسام الأوراق ، ولكن يغلب على الظن أن كل الأجزاء النباتية المعرضة للهواء تسمح بمرور شيء من بخار الماء . وتتوقف سرعة البحر فى النبات على عدة أمور منها درجة الحرارة ودرجة رطوبة الهواء ومقدار الضوء الذى يصل الى النبات . وبسبب تحوّل الماء فى الأوراق الى بخار يقل الضغط فى الأجزاء العليا من النبات فيسهل ارتفاع الماء من أسفل الى أعلى ، وبذلك يتكوّن تيار مستمر يحمل المواد الذائبة التى دخلت الجذور حتى يصل بها الى الأوراق فيتحوّل جل الماء الى بخار

وتتحوّل المواد الذائبة الى أجسام مغذية للنبات . ومقدار الماء الذى يضيع "بالبحر" ، اذا كان الماء الذى تمتصه الجذور ضعيف التركيز ، أكثر مما اذا كان قويه (+)

وقد ظهر بالتجربة أن الشوفان يفقد بالبحر ٦٨٨ جراما من الماء كلما تتكوّن جرام من مادته الصلبة اذا زرع فى ماء مشتمل على ٠,٢٥ ٪ من المواد الغذائية و ٥١٥ جراما اذا احتوى الماء على ٣ ٪ من تلك المواد

وليس لنا علم بكيفية تكوّن البروتينات ولكن من المرجح أن موضع تكوّنهما الأوراق . والظاهر أن أول ما يحدث هو تكوّن المركبات الأمينية من الكربوهيدرات والأزوتات ثم تتحوّل هذه المركبات الى بروتينات . وقد دلت التجارب على أن الأوراق التى تقطع من كثير من أنواع النبات صباحا تحتوى على مقدار من النشا والمركبات الأزوتية أقل كثيرا مما تحتوى عليه أوراق مشابهة لها قطعت فى المساء . وهذا دليل على أن النشا والبروتينات التى تتكوّن أثناء النهار ينتقل بعضها أثناء الليل من الأوراق الى الأجزاء النباتية الأخرى ويغلب على الظن أنه لا بد من تحوّل البروتينات الى أميدات أو الى حوامض أمينية وكذا النشا الى سكر حتى يمكن انتقالها من خلية الى أخرى

الأزهار والبزور — تكوّن الأزهار والبزور هو آخر عمل فى حياة كثير من النباتات وفى زمن التزهير يكون تنفس النبات أى امتصاص الأكسجين وانحراج ثانى أكسيد الكربون أكثر منه فى أى طور آخر من أطوار النمو . وقد زاد التنفس فى بعض الأحوال الى حد شوهد فيه ارتفاع بين فى درجة الحرارة ويتنفس النبات فى جميع أطوار حياته على السواء ، بيد أن تنفسه ينحصر فى النهار بسبب عملية "التمثيل" التى هى عكس عملية التنفس . وأنواع النبات التى تعيش سنتين كاللفت وبخار الحقل (المتجلد) تدخر فى السنة الأولى من حياتها مقادير عظيمة من المواد المغذية لتستفيع بها أثناء السنة التالية فى تكوين الأزهار

(+) ليمكن النبات من الحصول على القدر الضرورى لغذائه من المواد الذائبة — المترجم

والزور . وتتجمع في الزور أثناء تكوّنهما كمية وافرة من المواد الغذائية التي تشمل دائما على الزيلايات والفسفات والكبريت والبوتسيوم والكلور وغيرها من العناصر الضرورية لحياة النبات . وهذه الكيفية تفقد السيقان والأوراق كثيرا من مركباتها المهمة . وتوجد المركبات الكربونية في الزور على شكل كربوايدرات ( نشا غالبا ) وعلى شكل مواد دسمة . وغالب الزور يحتوي على أحد النوعين ولكن البعض يشتمل عليهما معا

شروط نمو النبات — اذا صرفنا النظر عن شرطى توافر الغذاء والماء كانت درجة الحرارة من غير شك أهم شروط النمو . ولكل نبات ثلاث درجات حرارية ينمو في كل منها ، وهى :

الدرجة الكبرى ، والدرجة الصغرى ، والدرجة الوسطى وهى خيرها

أما الدرجات التى فوق الكبرى والتى تحت الصغرى فانها ، وان لم تكن حتما مهلكة للنبات ، تمنع نموه وفى كثير من الأحيان تؤخر سرعة النمو كثيرا مدة من الزمن بعد تحسن درجة الحرارة . وتختلف الدرجات المتقدمة كثيرا باختلاف أنواع النبات ولكن الغالب أن تكون الدرجة الوسطى حول  $33^{\circ}$  مئوية وأن تكون الدرجة الكبرى  $39^{\circ}$  الى  $43^{\circ}$  والصغرى بين  $7^{\circ}$  و  $16^{\circ}$  مئوية

وفى جميع الأحوال يزداد نمو النبات كلما ارتفعت درجة الحرارة عن النهاية الصغرى ، وتكون الزيادة فى النمو قليلة فى المبدأ ثم تكثر حتى تصل الحرارة الى الدرجة الوسطى ، ثم يضعف النمو بسرعة حتى تصل درجة الحرارة الى النهاية الكبرى

ولا تصل درجة الحرارة فى المناطق المعتدلة الى النهاية الكبرى لنمو غالب أنواع النبات ، وأن حصل ذلك فهو نادر جدا ، ولذلك نجد أن النمو يزداد على العموم فى هذه المناطق كلما ارتفعت درجة الحرارة . ومن حسن الحظ أيضا فى هذه الأجواء أن مدى تغير درجة الحرارة أثناء اليوم ليس كثيرا ولذلك يندر

فى فصل النمو أن يبرد النبات الى النهاية الصغرى أو ترتفع درجة حرارته الى النهاية الكبرى ، ويكون نموه أعظم كلما طال الزمن الذى تكون فيه درجة الحرارة قريبة من الدرجة الوسطى . وفضلا عن هذا فإن الحر الشديد والبرد القارس اللذين يعطلان النمو معدومان فى هذه الأجواء

أما المناطق الحارة ، خصوصا ما كان منها مرتفعا كثيرا متوغلا داخل البر ، فالأحوال فيها مخالفة لذلك لأن مدى تغير درجة الحرارة أثناء اليوم كبير جدا فيها فقد تقل درجة حرارة الأرض عن النهاية الصغرى فى الليل وعند طلوع النهار خصوصا . وقد تزيد فى الهجرة كثيرا جدا عن النهاية الكبرى للنمو ونتيجة هذا أن النبات ، وان مرت به درجة الحرارة الوسطى مرتين فى كل أربع وعشرين ساعة ، لا تتمكث درجة حرارته قريبا منها إلا زمنا قصيرا . على أن النبات لا يستطيع الانتفاع من ذلك الزمن لما يناله من الاضطراب الناجم عن التغير الفجائى فى درجة الحرارة . ويزعم بعض الناس أن حجب شمس الصباح فى البلاد الحارة كأفريقية الجنوبية يسبب ضررا كبيرا لكثير من أنواع النبات . وقد أدى هذا الى الاعتقاد بأن لأشعة الشمس عند شروقها خاصة غربية موافقة لحياة النبات . غير أنه يمكن ارجاع الفائدة التى تنجم عن أشعة الشمس هذه الى تأثير درجة الحرارة التى تحدث منها . ويتضح هذا من التجربة الآتية التى أجريتها فى أفريقية الجنوبية :

شاهدت عند وضع مقياس درجة الحرارة فوق أرض حجبت عن أشعة الشمس عند طلوعها أن درجة الحرارة ، التى كانت  $6^{\circ}$  م عند الساعة ٦ و  $30$  دقيقة صباحا ، ارتفعت ببطء كثير حتى بلغت ما يقرب من  $16^{\circ}$  م عند الساعة ٩ و  $30$  دقيقة صباحا . ولما رفع الحجاب علت درجة الحرارة بسرعة عظيمة الى  $28^{\circ}$  م وزادت بعد ذلك شيئا فشيئا حتى بلغت  $37^{\circ}$  م عند الساعة ١١ قبل الظهر . وفى الوقت عينه شاهدت أن درجة حرارة النبات الذى سقطت عليه أشعة شمس الصباح مباشرة ارتفعت من  $6^{\circ}$  م عند الساعة ٦

ولنشرح كل نوع منها على سبيل الإيجاز:

### الكربوايدرات

يدخل تحت هذا الاسم مركبات عدة يحتوى كل منها على الكربون والأيدروجين والأكسجين والنسبة بين هذين الأخيرين ١ الى ٨ بالوزن وهى النسبة بينهما فى الماء . والجزء من غالب هذه المركبات يشتمل على خمس ذرات من الكربون أوست أو مضاعفات هذين العددين ، ويمكن تقسيمها قسمين :

(أ) النشويات أو الأميلوسات أو البليسكروسات

(ب) السكريات

ولتكلم على كل منهما فنقول :

(أ) النشويات — هى مركبات يعبر عنها عادة بالقانون ك<sub>٦</sub> هـ<sub>١٢</sub> أ<sub>٦</sub> ولكن جزيئاتها أكثر تعقيدا مما يدل عليه هذا القانون ، ولذلك كان الأقرب الى الصواب أن يعبر عن تركيبها بالقانون (ك<sub>٦</sub> هـ<sub>١٢</sub> أ<sub>٦</sub>) الذى يدل فيه الحرف د على عدد كبير

وأهم المركبات التى تدخل تحت هذا القسم هى :

(٣) الدكسترين

(٤) السليلوس (المادة الخلوية)

(١) النشا

(٢) الحليكوچين

النشا — يوجد النشا بمقادير كبيرة بين المركبات التى يكوها النبات ، وفائدته أنه يذخر ليكون غذاء للأجزاء النامية وهو على شكل حبوب منتظمة التركيب ذات أشكال وحجوم تختلف باختلاف أنواع النبات . ولا يذوب النشا فى الماء البارد ولكنه متى سخن فى الماء الى درجة تتردد بين ٩٠ ٦ ٧٠ م انفجرت حبوبه وكوتت مع الماء سائلا لزجا يكاد يكون شفافا وهو ما يسمى بمطبوخ النشا أو عجينه . واليود المنفصل يلون النشا بالزرقاء الناصعة

٣٠ دقيقة الى ١١ م عند الساعة ٧ و ١٥ دقيقة ثم الى ١٦ م عند الساعة ٨ ثم الى ٢١ م عند الساعة ٨ و ٤٥ دقيقة ثم الى ٢٥ م عند الساعة ٩ و ١٥ دقيقة ثم الى ٢٨ م عند الساعة ٩ و ٣٠ دقيقة ثم زادت بالتدرج حتى بلغت ٣٧ م عند الساعة ١١ قبل الظهر . ومن هذه التجربة يتضح أن نبات الأرض المعرضة لأشعة شمس الصباح يستفيد فائدين :

الأولى — كون درجة حرارته تعلو بالتدرج أثناء التحول من الدرجة العظيمة الانخفاض مدة الليل الى الدرجة العظيمة الارتفاع مدة النهار (+)

الثانية — أن درجة حرارته تبقى قريبة من الدرجة الوسطى زمنا طويلا بخلاف نبات الأرض المحجوبة ، وكلتا هاتين الحالتين أكثر موافقة لنمو النبات . ولا مشاحة فى أن كثيرا من أنواع النبات فى قطر كبلاد الترنسفال يقاسى ضررا كبيرا من وهج الشمس وما يلازمه من الحرارة ، وأنه فى بلاد كالجبل ، يقل فيها سطوع الشمس ، قلما تصل درجة حرارة النبات الى الدرجة الوسطى . ومن المرجح أن النبات فى هذه الحال لا تتعدى حرارته الدرجة العظمى لنموه أبدا

المركبات المكونة لجسم النبات — تكلمنا فيما سبق على العناصر الداخلة فى تركيب النبات وسنشرح هنا ما هو أهم من ذلك أعنى المركبات الكيميائية التى فى جسم النبات وهذه يمكن تقسيمها بالكيفية الآتية تسهيلا للفهم :

مواد غير أزووية	مواد أزووية
(١) الكربوايدرات	(٦) البروتينات أو الأليومينيدات
(٢) الأدهان والشموع	(٧) الأميدات والمركبات الأمينية
(٣) الزيوت الطيارة والرائحيات	(٨) الألكليدات
(٤) الحوامض العضوية وأملاحها	(٩) الكلوروفيل والمواد الملونة الأخرى
(٥) الأملاح المعدنية	

(+) فلا يضعف النمو بمفاجأة الحر بخلاف نبات الأرض المحجوبة — المترجم

الجِّلَيْكُوچين — هو مثل النشا تركيا ويوجد في الحيوانات وعلى الخصوص في أجسادها ولذا يعبر عنه أحيانا بالنشا الحيوانى وهو جسم أبيض يذوب في الماء ويلونه اليود بالحمرة

الدِّكْسْتَرين — يتكوّن هذا المركب من النشا اذا سخن الى ٢٢٠° م تقريبا . و يذوب في الماء بسهولة ولا يتلون بالزرقة مع اليود ، ويستخلص في الصناعة لاصباغ الأجسام ويسمى أحيانا "الصمغ الانجلىزى"

السِّلِيلُوس — توجد منه كميات وافرة في أوراق النبات وسيقانه وجذوره وهو مختلط بأجسام أخرى ولكن يسهل فصله منها غالبا ، لأن جل عوامل التفاعل لا يؤثر فيه . ويمكن استخلاصه بمعالجة المنسوجات النباتية بالمواد الآتية على الترتيب :

الكور ثم القلويات الكاوية ثم الحوامض المخففة ثم الماء ثم الكؤل ثم الأثير . فيبقى بعد هذه المعالجة سِلِيلُوس نقي تقريبا . وهو جسم أبيض لا يؤثر فيه إلا القليل من المحلات والمذيبات ، مثل محلول كلورور الزنك ومحلول أكسيد النحاس الشادرى . ويؤثر الحامض الأزوتيك في السيليلوس فيجعله الى نَيْتْرُوسِيلِيلُوسات كالتفن الباردى أى كـ ٦ يد ( ز ٣ ) ٣ ١ والكُلْدُون أى كـ ٦ يد ( ز ٣ ) ٢ ٣

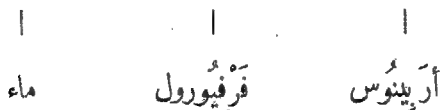
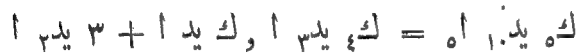
ويصنع ورق الرق أو البَرْشْمِنت أيضا من السيليلوس بغمر الورق غير المصقول في الحامض الكبريتيك القوى ثم غسله بالماء . والظاهر أن أهم ما يحصل من التغيير بهذا العمل من قبيل تغيير الخواص الطبيعية للسِّلِيلُوس

وإذا أغلى الحامض الكبريتيك المخفف زمنا طويلا مع مادة سِلِيلُوسية كورق الترشيع والخرق الكتانية والقطنية تحول السِّلِيلُوس الى دِكْسْتَرين ودِكْسْتُرُوز (سكر العنب)

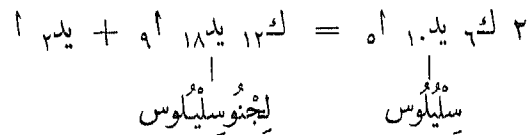
ويحتوى النبات على أجسام تشابه النشويات في كثير من الوجوه تسمى البِئْتَرانات وقانون تركيبها (كـ يد ٨ ٤) ٥ وأهمها "الأربان" و "الزِيلان" ومن خواصها أنها اذا أغليت مع الحوامض المخففة كوت مركبات تشبه السكر يطلق عليها جميعا اسم "البِئْتَرُوزات" وقانونها كـ يد ١٠ ١ ٤ ، فمثلا يتكون من الاربان الأَرِينُوس ومن الزِيلان الزِيلُوس

وتوجد البِئْتَرانات بكثرة في عدد كبير من النباتات وهى على الخصوص وافرة في صمغ الأخشاب ويبلغ مقدارها فيها ٦٠ الى ٩٢ ٪ وهى وافرة أيضا في التبن ويشتمل منها على ١٦ الى ٢٧ ٪ وفى النخالة وفيها ٢٢ الى ٢٥ ٪ وفى الحبوب المستعملة في عمل الخبث وفيها ٢٧ الى ٣١ ٪ وفى حشائش المرعى المخففة وتشتمل على ١٦ الى ١٨ ٪ .

ويغلب على الظن أن البِئْتَرانات والبِئْتَرُوزات ليست قابلة للهضم . وهى اذا عولجت بالحامض الكلوردريك القوى في درجة الغليان تحولت الى فَرِفِيرُول أى كـ ٦ يد ١ ٤ وهالك معادلة توضح ذلك :



ومن الأجسام التي توجد مع السليلوس في السيقان والأجزاء الخشبية الأخرى "اللجنوس" أو "الجنون" وهو جسم يمكن اعتباره ناتجا من السليلوس بإزالة الماء منه هكذا :



وفي السيقان والجذور وعصارة الفواكه الى غير ذلك أجسام قابلة للتعدد تتحول بسهولة الى مواد غروية وتعرف "بالأجسام البكتينية" وتركيبها غير معروف . وهي شبيهة بالكربوإدرات إلا أنه ليس من المحقق أن نسبة الأكسجين فيها للأيدروجين ٨ الى ١ بالضبط

(ب) السكريات - هي أنواع كثيرة من أراد الاطلاع عليها فليراجع بعض الكتب المؤلفة في الكيمياء العضوية . وسنذكر هنا أهمها على سبيل الإيجاز :

(١) سكر القصب أو السكرُوس (ك ١٢ يد ٢٢ ا ١١١) - يوجد في كثير من أنواع النبات في العصارة الخلوية غالبا وهو وافر الكمية في عصارة قصب السكر التي تشتمل منه على ما يتردد بين ١٦ ٪ و ١٨ ٪ . وفي عصارة بنجر السكر التي تحتوى منه على ما يتردد بين ١٠ ٪ و ١٨ ٪ . وفي عصارة شجر الإسفندان السكرى الذي يسمى باللسان النباتى إيسر سكرينم . وينصهر سكر القصب متى وصلت حرارته الى ١٦٠ °م . ويصير أسفع (بني اللون) حوالى ١٩٠ °م . ولا يختزل أملاح النحاس لكنه يحول الضوء المستقطب ذات اليمين . ويستحيل سكر القصب بتأثير بعض المخمرات (الإزيمات) "كالإنفرتاس" الموجود في الخميرة أو بالغلاء مع الحوامض المخففة الى مخلوط مكون من سكر الفواكه وسكر العنب ويعرف هذا التحول "بالانقلاب"

(٢) سكر اللبن أو اللكتوس (ك ١٢ يد ٢٢ ا ١١١ + يد ٢ ا) وسيأتى شرحه في الباب العاشر

(٣) سكر العنب أو الديكستروس أو الجلوكوس (ك ١٢ يد ٢٢ ا ١) ويوجد في أنواع كثيرة من الفواكه ويمكن الحصول عليه بغلاء النشا أو السليلوس مع الحامض الكبريتيك المخفف . وفي سكر العنب قدرة على اختزال المحولات القلوية للأملاح النحاسية وعلى توجيه الضوء المستقطب ذات اليمين

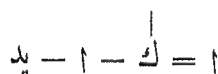
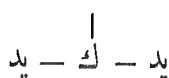
(٤) سكر الفواكه أو الفليوس أو الفركتوس - قانونه النسبي مثل قانون سكر العنب أى ك ١٢ يد ٢٢ ا ١ ، غير أنه يدير الضوء المستقطب ذات الشمال كثيرا . ويوجد في كثير من أنواع الفواكه ويشابه الجلوكوس واللكتوس والمثتوس (الذى قانونه ك ١٢ يد ٢٢ ا ١١١ + يد ٢ ا) ويتكون من تأثير الديستاز في النشا في أنه يختزل المحولات القلوية للأملاح النحاس الى أكسيد النحاسوز الأحمر وسكر اللبن والعنب والفواكه أقل حلاوة من سكر القصب بكثير

### الأدهان والشموع

الأدهان - تركيبها معروف بالضبط تقريبا وتشبه الكربوإدرات في اشتغالها على الكربون والأيدروجين والأكسجين فقط الا أن مقدار الأكسجين فيها أقل منه في الكربوإدرات ، ولهذا كانت الأدهان قابلة للاتحاد مع مقدار من الأكسجين أكبر بكثير مما تتحد به الكربوإدرات . ويتولد من هذا التأكسد مقدار عظيم من الحرارة التي هي نوع من أنواع الطاقة

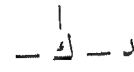
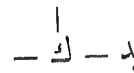
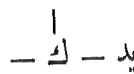
ويمكن اعتبار كل الأدهان الحقيقية متكونة من اتحاد الحوامض العضوية مع "أصل" عضوى قلوى يسمى الجلسيريل (ك ٣ يد ٥) وهو "أصل" ثلاثى القوة الذرية تركيبه البيانى هكذا :

۱۵



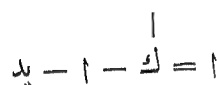
ك يد ٢ ص ١ ، ك ١ ١ يد

د

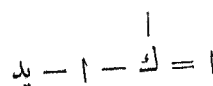
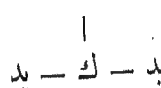


٣٣ يده (ك ١٨ يده ٣٥ ٢١) ٣

ويوجد الجليسرين في كل الأدهان الحقيقية ولكن الحوامض العضوية المتحدة معه تختلف باختلاف أنواع الأدهان وهي في الغالب ذات وزن جزيئي كبير. وكثير منها من نوع "الحوامض الدسمة المشبعة" التي أبسطها الحامض القرميك (الحامض التليك) وقانونه التصويري :



ومن هذا الحامض تتكون "سلسلة حوامض دسمة" بواسطة استبدال الأيدروجين على التابع بالأصول كـ يدم 6 كـ يده 6 كـ يده 6 وهكذا :  
فمن هذه الحوامض الحامض الخليك أى :



الحامض الكروتونيك أى ك<sub>٣</sub> يده , ك ١١ يد ويوجد في زيت الكروتون  
والحامض الأولايك أى ك<sub>١٧</sub> يدم<sub>٣</sub> , ك ١١ يد في زيت الزيتون وغيره  
من الزيوت

والحامض البراسيك أى ك<sub>٢١</sub> يده , ك ١١ يد في زيت بزور الساجم  
(زيت الكزبرة)

والحامض الرسينوليك أى ك<sub>١٧</sub> يدم<sub>٣</sub> (أ يد) , ك ١١ يد في زيت الخروع

وتركيب كل هذه الحوامض تابع للقانون العام ك<sub>٢</sub> يد<sub>٣</sub> - ١ , ك ١١ يد  
وفيها زوج واحد من ذرات الكربون مرتبط "ارتباطا مزدوجا". وهناك  
حامض آخر يسمى الحامض اللنوليك وقانونه ك<sub>١٧</sub> يدم<sub>٣</sub> , ك ١١ يد. وهو تابع  
للقانون العام ك<sub>٢</sub> يد<sub>٣</sub> - ٣ , ك ١١ يد وفيه زوجان من ذرات الكربون  
مرتبطان "ارتباطا مزدوجا" ويوجد في زيت بزر الكتان وفي زيوت أخرى

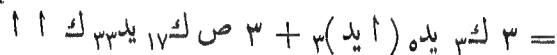
وهناك حامض آخر أقل تشبعا مما تقدم وهو الحامض النولينيك أى  
ك<sub>١٧</sub> يدم<sub>٣</sub> , ك ١١ يد وهو تابع للقانون العام ك<sub>٢</sub> يد<sub>٣</sub> - ٥ , ك ١١ يد وفيه  
ثلاثة أزواج من ذرات الكربون مرتبطة "ارتباطا مزدوجا" ويوجد أيضا  
في زيت بزر الكتان

والزيوت المشتعلة على مركبات الجلسريل مع الحوامض الدسمة غير المشبعة  
تميل الى امتصاص الأكسجين من الهواء فتصير مادة غروية صلبة أو متماسكة  
وشدة هذه الخاصية تابعة لزيادة عدد الأزواج الكربونية المرتبطة "ارتباطا  
مزدوجا" في الجزيئات

والزيوت المشتعلة على حوامض مشبعة فقط أو على حوامض ذات زوج  
واحد من الكربون مرتبط ارتباطا مزدوجا كالحامض الأولايك تعرف  
"بالزيوت غير القابلة للجفاف" وتستعمل لتزليق الأجسام المتحكة ومن أمثلتها  
زيت الزيتون

أما الزيوت المشتعلة على كثير من الحوامض غير المشبعة فتعرف "بالزيوت  
القابلة للجفاف" ومثالها زيت بزر الكتان ويستعمل في صناعة الطلاء (البوية)  
والمشمعات والملمعات. والزيوت والأدهان سواء كانت نباتية أو حيوانية  
تستعمل أيضا بمقادير كبيرة في صناعة الصابون

والصابون نوعان صلب ورخو فالأول عبارة عن أملاح الصديوم المتكوّنة  
من اتحاده مع الحوامض الدسمة المختلفة. والثاني عبارة عن أملاح البوتسيوم  
المتكوّنة منه مع تلك الحوامض. ويصنع الصابون باغلاء الزيت أو الدهن  
مع محلول قلوى، فيحل معدن القلوى محل الجلسريل في الزيت أو الدهن  
ويتكوّن الصابون والجلسرين الذى يسمى الآن على حسب الأصول العلمية  
بالجلسرول. فاذا أغلينا مثلا محلول الصودا مع أوليات الجلسريل (الذى هو  
جل ما يتكوّن منه زيت الزيتون) يحدث التفاعل الآتى :



ويبقى الصابون والجلسرين ذائبين في الماء فاذا أضيف ملح الطعام الى  
السائل تحوّل الصابون الى جسم صلب. وبذلك يمكن فصله. أما الجلسرين  
فيستخرج من السائل الملح الذى يبقى بعد ذلك



وقد يوجد الزيت في أجزاء كثيرة من النبات لكنه يتجمع دائماً في البزور ويحتوى كثير منها على مقدار عظيم ربما يصل الى نصف وزن البزور نفسها . والغالب أن البزور التى تحتوى على كمية عظيمة من الزيت خالية من النشا ولكن كثيراً مما يحتوى على كمية عظيمة من النشا يشتمل أيضاً على مقدار صغير من الزيت كما فى الذرة

والزيت منبع قوى "للطاقة الحيوية" والجزء منه فى هذا يعادل جزأين ونصفاً من النشا أو السكر

الشموع — هى شبيهة بالزيوت والأدهان فى تركيبها إلا أنها ، عوضاً عن اشتراكها على الجلسرين الثلاثى القوة الذرية ، تحتوى على مجموعات أحادية القوة الذرية أكثر تعقيداً

### الزيوت الطيارة والراتينجيات

الزيوت الطيارة — انما سميت بذلك لأنها تتطاير فى الغالب وهى على الأجزاء رائحة مميزة لها . وليس بينها وبين الزيوت الحقيقية تشابه كيميائى أصلاً . وكثير منها من نوع الأيدروكربون أى المركبات المكونة من الأيدروجين والكربون . وبعضها يحتوى على أكسجين أو كبريت زيادة على هذين

أما الزيوت الطيارة الأيدروكربونية أو التربينات فقاومها العام (كـ ٨) = والجزء الأعظم من كثير من الأعطار النباتية مكون من هذه التربينات كزيت التربينين وعطر الليمون والبرتقال واليوكالبس

وأما الزيوت الطيارة الأكسجينية فالمعروف منها أنواع كثيرة منها زيت اللوز المر الذى يحتوى على الألدهيد البنزويك أى كـ ١ يده كـ ١ يده ١ والكافور الذى قانونه النسبى كـ ١ يده ١ وعطر الخزامى (اللوندا) الذى يحتوى على خلاصات اللانيل اى كـ ١ يده ١ كـ ١ يده ١

وأما الزيوت الطيارة المشتملة على الكبريت فمن أهمها أيسوثيوسينات الأليل أى كـ ١ يده كـ ١ يده ١ ويوجد فى زيت حب الخردل وكبريتور الأليل أى (كـ ١ يده ٢) كـ ١ يده ٢ ويوجد فى زيت الثوم

الراتينجيات — يمكن اعتبار هذه الأجسام ناشئة من تأكسد التربينات ولكن تركيبها معقد غير معروف بالدقة وتوجد فى النبات مع التربينات غالباً

### الحوامض العضوية وأملاحها

قد أظهرت التجارب وجود كثير من الحوامض العضوية فى عدة من المحاصيل النباتية . والغالب وجودها على شكل أملاح البوتاسيوم والصديوم والكلسيوم ويقل وجودها منفردة . وتحتوى كل الحوامض العضوية على المجموعة "كـ ١ ايد" التى تسمى "كربوكسيل" . ولندكر بعض الحوامض التى توجد عادة فى أنواع النبات :

- (١) الحامض الأكسليك أى كـ ١ ايد , كـ ١ ايد
- (٢) الحامض الطرطريك أى كـ ١ ايد , كـ ١ يده ١ , كـ ١ يده ١ , كـ ١ ايد
- (٣) الحامض المالكى أى كـ ١ ايد , كـ ١ يده ١ , كـ ١ يده ١ , كـ ١ ايد
- (٤) الحامض الستريك (الايمونيك) أى كـ ١ يده ١ (كـ ١ ايد) , كـ ١ ايد
- (كـ ١ ايد) , كـ ١ يده ١ (كـ ١ ايد)
- (٥) الحامض التنيك أو الجالوتنيك أى كـ ١ يده ١ (كـ ١ ايد) , كـ ١ ايد , كـ ١ يده ١ (كـ ١ ايد) , كـ ١ يده ١

في ضمن مركبات عضوية معقدة التركيب كالزلايات (الأيومنيديات) وستتكم هنا مع الإيجاز على كيفية وجود المواد غير العضوية في النبات وعلى وظيفة كل منها :

(١) الكبريت — يوجد هذا العنصر في النبات أثناء الحياة في ضمن الزلايات على الأكثر ولكنه يوجد في الرماد في ضمن الكبريتات وفي بعض الأحيان في ضمن الكبريتور . والغالب على الظن أن النبات يحصل عليه من الأرض في ضمن الكبريتات ويمكن في كثير من الأحيان إثبات وجوده بهذه الحالة في العصارة النباتية

(٢) الفسفور — لا شك أن النبات يحصل على هذا العنصر من الأرض في ضمن الفسفات . وهو في رماد النبات على هذه الحال أيضا ، أما في النبات الحى فيوجد جزء منه متحدا مع مركبات عضوية والظاهر أنه يتحرك في النبات من جزء الى آخر مصاحبا للبروتيدات

(٣) السليسيوم — يغلب على الظن أن النبات يحصل على هذا العنصر من الأرض في حالة سلكات قلوى . وهناك دليل قوى على أن السليسيوم غير ضرورى للنبات رغم وجوده غالبا على شكل راسب من السليكا في الجذر الخارجية لسيقان النبات وأوراقه خصوصا نباتات الحبوب

(٤) الكلور — يوجد في كل أنواع النبات ولكن ليست له أهمية كبرى على ما يظهر الا في قليل منها كالخطة السوداء "بَلَجَم فَاْجُو يَرْم" وبجر الحقل (المنجلد) والكرب

(٥) البوتسيوم — يمتص النبات هذا العنصر في ضمن أملاح مختلفة قابلة للذوبان ويوجد داخل النبات متحدا في الغالب مع الحوامض العضوية التي تتحلل أثناء الاحتراق تاركة كبرونات البوتسيوم في الرماد . وتحتوى عصارة

(٦) الحامض الغفصيك أو الحالك أى كـ<sub>٦</sub> يد<sub>٣</sub> (٢ يد<sub>٣</sub>) ك<sub>١١</sub> يد<sub>٣</sub> وحموضة الفواكه مسببة في الغالب عن وجود الحوامض العضوية المنفردة. كالحامض المالك الذى يوجد في التفاح وثمر الريباس (الجُزْرِى) والكشمش الأحمر (الكُرْت الأحمر) وثمر العُلقِ التوفى (البَلَكْرِى) والكُرْز الحامض . وقد يكون السبب في حموضة الفواكه وجود أملاح البوتسيوم والكليسيوم الحامضية فالعنب مثلاً يحتوى على طرطرات البوتسيوم الحامض والكُرْز الحلو يحتوى على مالات البوتسيوم الحامض . ويحتوى كثير من الفواكه على نوعين أو أكثر من الحوامض فالجُزْرِى مثلاً يحتوى على الحامض المالك والحامض الستريك (الليمونيك)

وكثيرا ما يوجد أكسالات الكليسيوم في النبات على شكل بلورات قانون تركيبها كـ<sub>٢</sub> ٤ ٣ يد<sub>٣</sub> ١ كما يكثر وجود أكسالات البوتسيوم الحامض ذاتها في العصارة النباتية

ويوجد الحامض الغفصيك في كثير من أنواع النبات مصاحبا في الغالب لسكر العنب

وتحتوى عصارة الجذور وشعورها على حوامض عضوية . ومن المحتمل أنها تساعد على اذابة المواد المعدنية في تربة الأرض . ولا نعلم الآن كنه هذه الحوامض بالضبط ، بيد أنه قد ظهر من التجارب أن متوسط حموضة العصارة في كثير من أنواع النبات مقدرة بالنسبة للأيدُرُوجين ٠.١٣ ٪ . تقريبا وهذا يعادل ٠.٩١ ٪ من الحامض السَّتْرِيك المتبلور (أنظر حاشية الصفحة ١٠٠)

### الأملاح المعدنية (غير العضوية)

توجد المواد المعدنية الداخلة في تركيب النبات خصوصا المعادن على حالة اتحاد مع الحوامض العضوية كما قدمنا . أما الفسفور والكبريت فيوجدان

بعض أنواع النبات على كلورور البوتسيوم وأزوتاته وكبريتاته . والظاهر أن مركباته ضرورية لتكوين النشا والسكر وغيرهما من الكربوهيدرات . وهذه المركبات وافرة في الأوراق والعسلج دائما

(٦) الكلسيوم — يوجد هذا العنصر في النبات متحدا مع الحوامض العضوية ويساعد على تحول النشا الى سكر . ويظهر أن له في كثير من الأحوال تأثيرا نافعا في تحويل الحوامض النباتية الى مركبات غير قابلة للذوبان ترسب في الأغشية النباتية ومن أمثلة هذه المركبات أكسالات الكلسيوم . وأكثر ما يوجد هذا العنصر في الأوراق كالپوتسيوم

(٧) المجنزيوم — هذا العنصر موزع في جميع الأجزاء النباتية ولكما لا نعلم عن وظائفه الا قليلا . وقد أظهرت الأبحاث الحديثة أنه من العناصر المكونة لمادة الكلوروفيل

(٨) الحديد — الحديد من العناصر التي لا يستغنى عنها النبات وان كانت المقادير الموجودة منه في التربة صغيرة جدا . وهو ضروري لتكوين الكلوروفيل

(٩) الصوديوم — ليس هذا العنصر ضروريا لحياة النبات على ما يظهر رغم وجوده على الدوام في الرماد ولا يمكن أن يقوم مقام البوتسيوم في سد حاجة النبات

وجميع المعادن المتقدمة الذك مفيدة للنبات بنقلها الحامض الأزوتيك اليه على حالة أزوتات يتمص بواسطة الجذور فيذهب الأزوت لتكوين المواد الزلالية وتتحد المعادن مع الحوامض العضوية ، فاذا أحرقت النبات بقيت المعادن على حالة كربونات . وقد تبين من التجارب أنه كلما كان النبات محتويا على مقادير عظيمة من الأزوت كانت كمية المعادن في ضمن الكربونات كثيرة في الرماد

## البروتينات أو الأليومينيدات

هي طائفة من المواد تشبه الزلال أو بياض البيض ويختلف بعضها عن بعض في الخواص الطبيعية مثل الذوبان والتعقد وهي معقدة التركيب وتحتوي على الكربون والأيدروجين والأكسجين والأزوت والكبريت . وتوجد في كل مادة حية لأنها جزء جوهري "لمادة الحياة" (البروتينزم)

وليس تركيب البروتينات واحدا في جميع الأحوال وهاك حدود الاختلاف الذي يوجد في مقادير عناصرها غالبا :

الكربون	٥١,٥	الى	٥٤,٥	في المائة
الأيدروجين	٦,٩	»	٧,٣	»
الأكسجين	٢٠,٩	»	٢٣,٥	»
الأزوت	١٥,٢	»	١٧	»
الكبريت	٠,٣	»	٢	»

وليس لدينا الى هذا الحين علم تام بكنه البروتينات ، بيد أن الأبحاث الحديثة قد دلت على تركيبها من الحوامض الأمينية . وليبان ما عليه الزلال من تعقد التركيب نذكر أحد القوانين النسبية التي اقترحها الباحثون للدلالة على تركيبه وهو ك. ٢٤ يدي ٣٩ ز ٦٥ هـ ٧٥ ك ٣ غير أن وجود جسم معين بهذا التركيب بعيد الحصول جدا . وتتحلل البروتينات الى الحوامض الأمينية عند تحلل محاليلها كهربائيا . وهي في الغالب أجسام غروية قابلة للتبلور

ومن خواصها أنها تصفر متى سخنت مع الحامض الأزوتيك القوي . فاذا عولج الجسم الأصفر بالأمنيا صار برتقالى اللون . ومن خواصها أيضا أنها تتحمر متى سخنت مع محلول حامض من أزوتات الزئبق (كشاف ملان)

والمعول عليه في التحاليل الكيميائية عادة أن البروتيدات تحتوى على ١٦٪ من الأزوت . ولايجاد النسبة المئوية من البروتيدات في أى مادة نعين النسبة المئوية للأزوت فيها ثم نضربها في  $\frac{1}{16}$  أو ٦,٢٥ وهذه في الحقيقة طريقة تقريبية نظرا الى ما سبق ذكره من اختلاف مقدار الأزوت باختلاف أنواع البروتيدات

### الأميدات والحوامض الأمينية

هى أيضا مركبات أزوتية ولكن تركيبها أبسط كثيرا من تركيب البروتيدات ويمكن اعتبار الأميد مشتقا من حامض عضوى بواسطة احلال - زيدم محل - ايد فيه . فمثلا من الحامض الخليك (الأسيتيك) أى ك يدس , ك ا ا يد يشق الأسيتيميد أى ك يدس , ك ا زيدم

والحوامض الأمينية مشتقة من الحوامض العضوية بواسطة احلال - زيدم محل ذرة أو أكثر من أيدروجين الأصل الحامضى العضوى . مثال ذلك الحامض الأمينو أسيتيك الذى يسمى أيضا جليكو كول ورمزه ك يدس (زيدم) , ك ا ا يد

وتوجد الأميدات في كثير من المواد خصوصا النباتات التى ليست تامة النضج . ولما كانت غير صالحة لتكوين اللحم على ما يظهر أصبح من الأمور الهامة في تحليل الأغذية الحيوانية أن نميزها من البروتيدات التى هى أكثر نفعا للحيوان

وقد أظهر البحث كثيرا من الأميدات في أنواع مختلفة من النبات . ويعد الأسبرجين (الحامض الأميدوسكسينيك) نموذجا لهذه الأميدات ورمزه ك ا , (زيدم) , ك يدس (زيدم) , ك ا ا يد وهذا المركب الذى يعد أميدا وحامضا أمينيا معا يذوب في الماء وهو قابل للتبلور كغالب الأميدات ويوجد في الهليون والأجزاء النامية من الجلبان والفول والبسلة وغيرها من النباتات

### الألكليدات

يمكن اعتبار هذه الأجسام مشتقة من الأميا أى زيدم بواسطة احلال مجموعات عضوية معقدة التركيب محل بعض الأيدروجين أو كله . ولها في الغالب خواص طيبة قوية ولا توجد الا في بعض النباتات إما في البزور أو في الأوراق ، وفي بعض الأحيان توجد في أجزاء أخرى . وليس لهذه الأجسام فائدة من وجهة التغذية المباشرة . وإن كانت في الغالب ذات قيمة في الطب

ومن الألكليدات الكافين أو الشاين وقانونه ك يدس ١٠ ز ا ا ويوجد في الشاى والبن . والثيبرومين أى ك يدس ٨ ز ا ا ويوجد في الكاكاو وقد اعتبرهما بعض المؤلفين من الألكليدات غير الحقيقية

أما الألكليدات الحقيقية قطعا فمن أمثلتها الكينين أى ك يدس ٢٠ ز ا ا ويوجد في خشب الكينا . والإستركنين أى ك يدس ٢١ ز ا ا ويوجد في حبوب "الجوز المقيء" والمرفين أى ك يدس ١٧ ز ا ا ويوجد في رءوس الخشخاش . والنكتينين أى ك يدس ١٠ ز ا ا ويوجد في أوراق نبات الدخان

### الكلوروفيل

هو من الأجسام الأزوتية أيضا وقد أجزت في شأنه أبحاث كثيرة وهو المادة الملونة الخضراء التى توجد في الأوراق والسوق في جميع النباتات تقريبا وعليه مدار تمثيل الكربون بواسطة الضوء من ثانى أكسيد الكربون الذى في الهواء الجوى والقانون الدال على تركيبه هو ك يدس ٧٧ ز ا ا ما

ويشتمل على الكلوروفيلين الذى هو جزء أساسى في تركيبه وقانونه ك يدس ٣٣ ز ا ا . ويمكن استخراج الكلوروفيل من النبات بسهولة بواسطة الكؤل أو الاتير أو ثانى كبريتور الكربون

ومع أن الحديد ضرورى للنبات كى يتكون الكلوروفيل فيه نرى المادة الملونة فى الكلوروفيل نفسه خالية من الحديد. وبين الكلوروفيل والمادة الملونة الحمراء فى دم الحيوان، التى تسمى الهيمجلوبين، شىء من التشابه فى التركيب ولكنه غير أن الأول خالٍ من الحديد والثانى مشتمل عليه. والظاهر من الأبحاث الحديثة أن المادة الأساسية فى الكلوروفيل والهيماتين (الجزء الملون من الهيمجلوبين) واحدة فى التركيب غير أن الهيمجلوبين يحل فى الكلوروفيل محل الحديد فى الهيماتين

## الباب السادس فى الأسمدة

لا تعدّ الأرض خصبة أى ذات قدرة جيدة على إنماء النبات إلا اذا توافرت فيها شروط خاصة ربما كان أهمها ما يأتى :

- ( ١ ) أن تكون أحوال الأرض الطبيعية موافقة لنمو النبات
- ( ٢ ) أن تشتمل على مقدار كافٍ من الغذاء على شكل مركبات يسهل على النبات تناولها
- ( ٣ ) أن لا تحتوى على أى مقدار محسوس من السموم أو المواد المضرة
- ( ٤ ) أن لا تشتمل على حشرات ضارة أو نبات فطريّ أو أى كائن عضوى يضر بالمزروعات
- ( ٥ ) أن تكون درجة الحرارة وضوء الشمس والمطر وغيرها من الأحوال الجوية موافقة لنمو النباتات

ولعلم الكيمياء فائدة فيما يتعلق بالشرطين الثانى والثالث وكذا الأول بدرجة أقل . ومما ينبغى التنبيه اليه أن كل محصول يُنزع من الأرض يسلبها المواد التى استعملها فى بناء أغشيته ، فاذا توالى المحصولات آل الأمر الى نفاذ الغذاء وصارت الأرض غير صالحة لنمو محاصيل أخرى وفى غالب الأحيان تنفذ مادة فقط من المواد المكونة للغذاء أولاً ، ولذلك ترجع الأرض فى كثير من الأحوال الى صلاحها مدة من الزمن باضافة تلك المادة اليها . وكل مادة تضاف الى الأرض لتعوض ما نزعته الحاصلات منها تسمى "سمادا"

وينقص مقدار المواد المكونة لغذاء النبات ماعدا الكربون بتوالى المزروعات فى التربة ، غير أن الأزوت المتحد والفسفات وكربونات الكلسيوم والبوتسا هى أقل ما ينقص منها غالبا ، ولذلك كانت قيمة السماد عادة تابعة لما يحتوى عليه من هذه المركبات ، على الرغم من أن المواد الأخرى التى يتكون منها غذاء النبات قد تؤثر تأثيرا حسنا فى تربة الأرض فى أحوال كثيرة

سماد الاصطبلات — لقد كان هذا النوع السماد النافع الوحيد فى الأزمان الغابرة ولا يزال أكثر الأسمدة تداولاً الى يومنا هذا . وأهم المواد التى يتركب منها هى الآتية :

( ١ ) روث مواشى الزراعة

( ٢ ) مواد الفرش وبقايا العلف

الروث — يتكون روث الحيوانات من مواد الغذاء التى لم تهضمها ومن المواد التالفة التى تتكون فى أغشية أجسامها . ويختلف تركيب الروث كثيرا تبعا لعدة أحوال أهمها ما يأتى :

( ١ ) نوع الحيوان

( ٢ ) نوع الغذاء وكميته

( ٣ ) كون الحيوان فى طور النمو أو السمن وكونه يحلب أو يشتغل ومن هذا نرى أنه لاغربة فى الاختلاف الكثير الذى نجده فى تحليل روث الحيوانات

والجدول الآتى يبين متوسط النسب المئوية لأهم المواد السمادية الموجودة فى روث عدة من الحيوانات وبولها على حسب التحاليل الأمريكية :

نوع الحيوان	الأزوت	البوتسا	خامس أكسيد الفسفور
المقدار المئوى	المقدار المئوى	المقدار المئوى	المقدار المئوى
السرقيين ... ..	٠,٢٠	٠,١٠	٠,١٧
البقر ... ..	٠,٥٨	٠,٤٩	—
الروث ... ..	٠,٤٤	٠,٣٥	٠,١٧
البلبل ... ..	١,٥٥	١,٥٠	—
البعر ... ..	٠,٥٥	٠,١٥	٠,٣١
البول ... ..	١,٩٥	٢,٢٦	٠,٠١
البعر ... ..	٠,٦٠	٠,١٣	٠,٤١
البول ... ..	٠,٤٣	٠,٨٣	٠,٠٧
البراز ... ..	١,٠٠	٠,٢٥	١,٠٩
البول ... ..	٠,٦٠	٠,٢٠	٠,١٧

ومع ذلك فإن المقادير المئوية للمواد السمادية فى البراز والبول عرضة لاختلاف كبير لأسباب كثيرة . ومما هو جدير بالملاحظة أن بعر الغنم يشتمل على مقدار من الماء أقل مما فى براز سائر الحيوانات

ويتضح من الجدول السابق أن البول يحتوى فى الغالب على مقدار من الأزوت والبوتسا أكثر مما فى البراز مع أنه يكاد يكون خاليا من الفسفات . والمواد التى فى البول عبارة عن المتحصلات الناجمة عن بلى الأغشية ومشوؤها المواد التى هضمها الحيوان . أما المواد التى فى البراز فغالبا من الغذاء الذى لم يهضم . وكما يشتمل البراز والبول على مواد سمادية كذلك يحتوى عرق بعض الحيوانات على مقادير تستحق الذكر من الأزوت ومن البوتسا خصوصا . وفى مقدمة هذه الحيوانات الخيل والغنم

مواد الفرش — فوائدها كثيرة منها :

- (١) أنها تجعل السماد مساميا كبيرا الحجم
  - (٢) أنها تمتص وتحفظ جزءا كبيرا من المواد السائلة
  - (٣) أنها تزيد كمية المواد الكربونية التي تتعفن في التربة وتصبح دبالا
  - (٤) أنها تمد التربة بمقدار صغير من غذاء النبات . ولها أيضا تأثير عظيم في تعفن السماد لأنها تجعله مساميا فيتحلل الهواء ولأنها تمد السماد ببعض الكائنات العضوية الميكروسكوبية
- والجدول الآتي يشتمل على متوسط المقادير المثوية لأهم العناصر السمادية التي في المواد المختلفة المستعملة للفرش :

اسم المادة	الأزوت	البوتس	خامس أكسيد الفسفور
	المقدار المئوي	المقدار المئوي	المقدار المئوي
قش القمح .....	٠٤٨	٠٩٠	٠٢٥
» الشعير .....	٠٥٧	١٢٠	٠٢٦
» الشوفان .....	٠٧٢	١٢٠	٠١٩
» الشيلم .....	٠٥٧	١٤٠	٠٢٨
أنواع جافة من الطحلب والنبات الحزازي	٠٨٥	٠٠١	٠٠٣
بات السرخس الجلف .....	٠٩٠	٠١٣	٠٣٠
أوراق النبات الجافة (في فصل الخريف)	٠٧٥	١٠ الى ٥٠	٠١٨
نشارة الخشب .....	١٠٠	٠١٠	٠٠٥
نفاية المدايق .....	٠١٦	٠٠٨	٠٠٤

وقدرة هذه المواد على امتصاص الماء والأمنيا والمحافظة عليهما من الأهمية بمكان . والجلف من الطحلب والنبات الحزازي أقوى هذه المواد امتصاصا ومحافظة . ويغلب على الظن أن الجلف من السرخس وأوراق النبات أضعفها ويختلف تركيب سماد الاصطبلات كثيرا وهو دائما معقد التركيب جدا ولكن الغالب أنه يشتمل من المساء على مقدار يتردد بين ثلثيه وثلاثة أرباعه وزنا وعلى أزوت يتردد مجموعه بين ٠٤ و ٠٧ في المائة وعلى مقدار من البوتس يتردد بين ٠٤ و ١٠ ٪ ومن خامس أكسيد الفسفور على مقدار يتردد بين ٠٣ و ٠٤ ٪. ويوجد في هذا السماد من الأزوت الداخل ضمن المركبات الشاذرية مقدار قليل جدا ومن الأزوت الداخل ضمن الأزوتات مجزء أثر أما الجزء الأعظم من الأزوت فيوجد في ضمن مركبات عضوية معقدة التركيب . وقد أجريت تجارب مختلفة لتعيين مقدار السماد الذي تكونه حيوانات الزراعة يوما . ولتذكر المقادير الآتية نقلا عن المصادر الألمانية الموثوق بها :

الحيوان	مجموع البراز	القش الضروري	مجموع السماد
	أرطال مصرية	أرطال مصرية	أرطال مصرية
الحصان .....	٢٨,٣	٥	٣٣,٣
البقرة .....	٧٣,٧	٨	٨١,٨
الشاة .....	٣,٨	٠,٦	٤,٤
الخنزير .....	٨,٤	٤	١٢,٤

والنتيجة الآتية للتجارب الأمريكية تبين مقادير السماد الذى يتحصل فى اليوم من كل ١٠١٠ أرتال مصرية من وزن الحيوان حيا مع فرض وفرة الغذاء والفرش :

الحيوان	مقدار السماد	قيمة الرطل
الحصان	أرتال مصرية	ملبات
.....	٤٩,٣	١٥
البقرة	٧٤,٨	١٦
الشاة	٣٤,٤	١٤,٥
الخنزير	٨٤,٤	٣٣

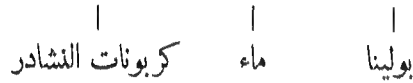
حفظ سماد الاصطبلات — من الأمور التى وُجِّهت إليها عناية كبيرة واستدعت مناقشة كثيرة البحث عن أنجع الطرق لاستعمال السماد سواء كان حديثا أو متعفنا وعن أحسن الوسائل لتوق ضياع أجزائه المفيدة. وبما لا ريب فيه أن السائل الذى يرشح من السماد يشتمل على كمية وافرة من مركبات الأزوت والبوتسا فاضاعته تبذير كبير

ولذلك كان من أهم الوسائل للانتفاع بالسماد حفظ ما يسيل منه إما بوضع أجسام تمتصه كالمواد الطحلبية المتحللة والطين الخاف أو يجمعه فى حوض بعد ذلك . ومن أجل هذا أيضا تجب وقاية السماد من وصول المطر إليه بوضعه فى مكان مسقف . وأكثر المسائل المتعلقة بسماد الاصطبلات إشكالا ضياع المواد النافعة منه أثناء التعفن لا سيما الأزوت الذى يضيع على الأكثر بالطريقتين الآتيتين :

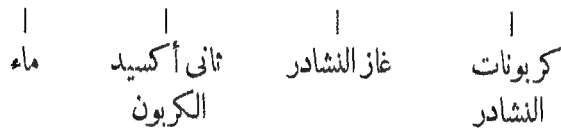
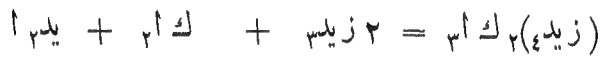
(١) تطايره من كربونات الأمونيوم على حالة غاز النشادر

(٢) تطايره منفردا

أما ضياع الأزوت بالطريقة الأولى فمن أسبابه ما يحدث فى البول من التغير . وذلك لأن بول معظم الحيوانات يشتمل على جسم جوهري لتركيبه يعرف "بالبولينا" أى ك ١ ( زيدى ٢ ) وبناثير الكائنات العضوية المكروكوبية فيه يتحول الى كربونات النشادر بمقتضى هذه المعادلة :



وكربونات النشادر جسم تشم منه رائحة النشادر . وقد قيل أنه اذا عُرض للهواء تحلل الى غاز النشادر وثانى أكسيد الكربون هكذا :



ولكن وجود كمية كبيرة من ثانى أكسيد الكربون أو غاز النشادر فى الهواء يعطل هذا الانقلاب . وهذا التغير الذى يعترى البولينا هو السبب فى الرائحة النشادرية القوية التى تشم فى الاصطبلات

وتحدث فى كومة السماد تغيرات كيميائية كثيرة بواسطة الكائنات العضوية المكروكوبية . وفى كثير من هذه التغيرات يمتص الأكسجين من الهواء ويتكون ثانى أكسيد الكربون وتنبعث الحرارة فترتفع درجة حرارة الكومة فى غالب الأحوال الى درجة عالية

وتأكسد المواد الكربونية البحتة مفيد فى ذاته لأنه يقلل مقدار المواد التى ليس لها قيمة سمادية فتزيد بذلك نسبة المواد السمادية فيما يبقى ، بيد أن ارتفاع درجة الحرارة التى تنجم عن التأكسد يسبب سرعة تطاير غاز النشادر



خصوصا اذا صارت كومة السماد جافة ، ولكن تكون ثاني أكسيد الكربون في الفراغ الذي يتخلل السماد يقلل تطاير غاز النشادر منه . ومع هذا ينبغي تنظيم التعفن في السماد بحيث يسير على نسق واحد ببطء من غير أن ترتفع درجة الحرارة كثيرا . ويمكن الوصول الى هذه الغاية باتباع الخطة الآتية :

(أولا) بذل العناية في خلط سماد الخيل والغنم ، الذي يوصف بأنه "حار" ، أى يتعفن بسرعة كبيرة ، مع سماد البقر والخنزير الذي يوصف بأنه "بارد" ، أى يتعفن ببطء

(ثانيا) تنديد السماد من حين الى آخر بما يسيل منه الى الحوض المعد لذلك

وأما ضياع الأزوت بالطريقة الثانية فإنه ينشأ من تحلل مركبات الأزوت بكيفية ينفصل بها هذا العنصر ويذهب الى الهواء . وهذا التحلل نتيجة عمل تقوم به كائنات عضوية مجهرية بمعزل عن الهواء . وأكثر الأحوال موافقة لحدوثه كون السماد مضغوطا مشبعاً بالماء . ويمكن تقليل ضياع الأزوت من كومة السماد كثيرا بخلطه أو تغطيته بالطين أو ما جف من الطحلب والحزاز . وهناك طريقة أخرى أكثر تأثيراً من هذه . وهى اضافة بعض المواد الحامضية كفوق الفسففات أو بعض الأملاح الأيدروجينية ككبريتات الصديوم الأيدروجيني . وقد اعترض على استعمال هذه المركبات بأنها لا تعمل عمل المواد الماصة فقط بل تضاد تعفن مواد الفرش التي في السماد

الأسمدة العضوية الأخرى — الأنواع المستعملة من هذه هي الآتية :

(١) الجوانو — جله عبارة عن الزرق الخلف للطيور البحرية . ويوجد على شواطئ بحار البلاد الحارة . ويستعمل منه الآن نوعان أحدهما يشتمل على كثير من الأزوت والفسفات معا والاخر يشتمل على كثير من الفسففات ويسير من الأزوت . ويختلف تركيب الجوانو كثيرا . وقد يشتمل النموذج المتوسط الجوده من النوع الأول على ٧ أو ٨٪ من الأزوت و ١١٪ من خامس

أكسيد الفسفور ومن النوع الثاني على ما يتردد بين ٥ و ٢٠٪ من الأزوت وعلى ما يتردد بين ٢٠ و ٣٣٪ من خامس أكسيد الفسفور . وتشتمل نماذج كثيرة من الجوانو على مقدار من البوتسا يتردد بين ٢ و ٣٪

ويوجد الأزوت في الصنف الأروتى من الجوانو في ضمن الأملاح النشادرية على الأكثر ويوجد جزء من الحامض الفسفوريك على حالة فوسفات قلوى قابل للذوبان

وجوانو الخفاش عبارة عن الزرق الخلف لهذا الطائر ويوجد في كهوف بعض الأقطار وتركيبه مختلف ويغلب اختلاطه بدقائق الرمل . ويشتمل دائماً على مقدار عظيم من الأزوتات

(٢) زبل الحمام والطيور الداجنة — هذا النوع من السماد عظيم النفع غير أنه يندر وجوده بكمية وافرة تجعل له أهمية في الزراعة المعتادة

(٣) الأعشاب البحرية — السماد المتخذ من هذه ذو قيمة عظيمة لأنه سريع التحلل في تربة الأرض . ويشتمل وهو حديث على ٨٠٪ من الماء وعلى ما يتردد بين ٣ و ٧٪ من الأزوت وبين ٣ و ٢٪ من البوتسا وبين ١ و ٤٪ من خامس أكسيد الفسفور

(٤) سماد الأسماك (جوانو الأسماك) — يتكون في الغالب من بقايا الأسماك الجافة كالرئوس والعظام الى غير ذلك وهو سماد كثير المواد النافعة لأنه يحتوى على نحو ٩٪ من الأزوت و ١٠٪ من خامس أكسيد الفسفور غير أن وجود كثير من الزيت فيه مضر لأنه يطرد الماء فيعطل حدوث التعفن الضرورى في تربة الأرض ، ولذلك يستخرج الزيت من هذا السماد في بعض الأحيان بواسطة المذيبات الطيارة

(٥) الدم المجفف الذى يستخرج من المذائح — هو سماد مفيد لسهولة تحلله في الارض . ويشتمل على ١٠ أو ١١٪ من الأزوت وعلى نحو ٢٪ من خامس أكسيد الفسفور

ومسحوق القديد (اللحم الجاف) يشابه هذا السماد في التركيب غير أنه يشتمل على مقدار أكثر من الفسفات

(٦) نفاية الصوف (سقط الصوف) — هى عبارة عن الألياف الصوفية التى قصرت بسبب تكرار غزلها ونسجها الى غير ذلك حتى أصبحت غير صالحة لأن يوصل بعضها ببعض . ويخالط هذه النفاية مقادير مختلفة من القطن والدهن ومواد وخبث

والصنف المعتاد من سقط الصوف يحتوى على ٧ أو ٨ ٪ من الأزوت ويمتاز ببطء تحلله فى تربة الأرض . وهو فى الحقيقة من السماد الأزوتى غير أنه يشتمل على مقدار صغير من البوتاس (قد يصل الى ٠.٥ ٪) ومن خامس أكسيد الفسفور (٠.٣ ٪ تقريباً)

ويستعمل سقط الصوف بكثرة فى تسميد حشيشة الدينار ويدخل فى كثير من الأسمدة المخلوطة . ومما يشابه هذا السماد فى التركيب الشعر والريش والقرون وتستعمل فى بعض الأحيان سماداً

(٧) العظام — تتربك من نحو ٧٠ ٪ من مواد معدنية جليها فسفات الكالسيوم ومن ٣٠ ٪ من مواد عضوية تحتوى على ٣ ٪ أو ٤ ٪ من الأزوت وعلى مقادير مختلفة من الدهن . والقطع الكبيرة من العظام تبلى ببطء كبير وربما بقيت فى بعض الأراضى سنين عديدة من غير تحلل . ومن أجل هذا تُجزأ العظام الآن الى أجزاء مختلفة الحجم ويسمى كل صنف منها باسم خاص فمن ذلك "العظام المجزأة الى نصف إنش" و "نشارة العظام" و "مسحوق العظام" و "دقيق العظام" . وتسخن العظام فى الغالب بخار الماء المضغوط قبل سحقها لاستخراج الدهن وبعض المواد الأزوتية منها وبذلك يسهل سحقها وتحلل بسرعة عند وضعها فى الأرض . وقد يستعمل رماد العظام سماداً . وهو خال من المواد الأزوتية والعضوية وينحصر نفعه فيما يشتمل عليه من الفسفات

(٨) السّناج — (دخان المواد المحترقة) جُله عبارة عن كربون ويشتمل ما تكون منه فى المداخن على نحو ٣ ٪ من الأزوت الداخلى فى ضمن الأملاح النشادرية أو فى ضمن مركبات عضوية

(٩) الكسب — وهو عبارة عن القشور وبقايا بعض الحبوب الزيتية بعد عصرها ويشتمل على مقدار كبير من جميع المواد المغذية للنبات ويغلب استعمال هذه القشور والبقايا غذاءاً للحيوانات ولكنها فى بعض الأحوال سامة أو غير لذيدة الطعم فتستعمل اذن سماداً وهى عظيمة النفع لهذا الغرض . غير أن تأثيرها يكاد يكون بطيئاً . وإذا استخرج زيتها بالمذيبات صارت أكثر نفعاً . وأهم أنواع الكسب المستعملة سماداً كسب حبوب السليج وكسب حبوب الخروع وتشتمل على ٥ أو ٦ ٪ من الأزوت و ١ ٪ من البوتاس و ١.٥ ٪ من خامس أكسيد الفسفور

(١٠) المواد البرازية — المواد البرازية المستخرجة من المراحيض المحفورة فى الأرض سماد عظيم النفع متى أمكن استعمالها فى الأرض المجاورة . وكذلك السائل البرازى الذى فى الخزانات مفيد جداً لاشتماله على مواد سمادية . أما المواد البرازية فى المدن فتسيل الى المجارى وتضيق بمسبب اختلاطها بمقدار عظيم من الماء وسوائل المصانع ، وبهذه الكيفية لا يتيسر استعمالها سماداً وان كانت مفيدة جداً . ويصب المجارى فى الأنهار تضيع المواد السمادية العظيمة النفع وتختلط بالمياه فتسبب ايداء برائحتها الكريهة فضلاً عن الخطر الذى ينجم عنها

وقد حاول الكثير صنع سماد من المواد البرازية يسهل نقله الى الأماكن المختلفة ولكن بدون جدوى

وهناك طريقة مشهورة تعرف بعملية ABC وهى أن يضاف مقدار من الشب والدم والطين الى المواد البرازية فتكون مادة متعقدة تحمل كل الأجسام المعلقة فى السائل وترسب ، ثم يعزل الراسب بالتصفية وبعد تجفيفه

يسمى باسم "السماذ الوطني" أو "الجوانو الوطني" ولكن هذه الطريقة لاتعزل الجزء الأعظم من المركبات الأزوتية الذائبة في المواد البرازية

وهناك طريقة ثانية لاستعمال المواد البرازية سمادا وهي ارواء الأرض بها وهذه أحسن من الأولى لأن الأرض الموافقة أى الخفيفة الرملية تستخلص جزءا كبيرا من المواد السمادية التي في البراز فتنتج مقادير عظيمة من الحاصلات الزراعية. غير أن من الصعب الحصول على مساحة من الأرض الموافقة تكفي للمكيمات الكبيرة التي تتجمع من المواد البرازية في المدن الواسعة . وفي أوقات الجليد تنشأ صعوبات أخرى في سبيل تصريف ما يتجمع بسرعة تناسب ما ينصب من المجارى . ومن جهة أخرى تتسبب الأرض بعد فترة من الزمن بما امتصته من المواد البرازية فتصير غير صالحة لأن تعالج بها مرة أخرى وتعرف هذه الحال "بمرض المواد البرازية"

وتركيب المواد البرازية مختلف بالضرورة الا أنه مخفف كثيرا دائما ، ولذا كانت القيمة السمادية لطن منه تتردد بين ٦ مليات و ٨ ملحات مع فرض أن جميع المواد السمادية التي فيه صالحة لتغذية النبات

السماذ الأخضر — يمكن اصلاح التربة المفتقرة الى الدبال بزرع نبات سريع النمو ثم تقليبه فيها بعد تمام نموه فتنتفع التربة بذلك من وجهتين : (أولاهما) ان المواد الكربونية التي كونها النبات من كربون الهواء تتعفن فتكون الدبال

(وثانيتهما) ان جزءا كبيرا من الأزوتات الذي يتكون في التربة بعملية التآزث أثناء نمو النبات يتغذى به النبات فيحول الى مركبات عضوية معقدة التركيب ترجع الى الأرض بتقليبه فيها ، ولولا ذلك لضاع جل الأزوتات في ماء الصرف . وأحسن الأوقات لانبثاق الزروع الملقحة "لتسميد الأرض بها فصل الخريف لأن تكوين الأزوتات يكون حينئذ سريعا جدا فتغذى هذه المزروعات

بمقدار كبير منه ولولاها لضاع بأمطار الشتاء . وأكثر ما يستعمل من أنواع النبات لهذا الغرض الشيلم والجرذل . ومما ينبغى التنبه اليه أنه يجب تقليب النبات في الأرض قبل تكون البزور والا امتلأت الأرض به في السنة التالية وصارت غير صالحة للمزروعات الأخرى . وإذا زرع نبات بقل وتترك حتى نما ثم حرثت الأرض وقلب فيها اكتسبت مقدارا من المواد الأزوتية وافرا ، لأن هذا النبات ينزع من الهواء مقدارا كبيرا من الأزوت متى وجدت البكتريا التي تكون الدرنات

وغالب أنواع النبات يمتص بجنوره الماء والكبريتات والبوتاس والأزوت وغير ذلك من المواد التي في تربة الأرض وليس له قدرة على الانتفاع بالأزوت المنفرد في الهواء . أما البسلة والفول والبرسيم والثمرس وغيرها من النبات البقل فتوجد في الغالب على جذورها أجزاء متفخخة صغيرة تعرف "بالدرنات" وهي مقر كائنات عضوية مجهرية تسمى "ببكتريا راد سكوولا" تأخذ الأزوت من الهواء الذي بين أجزاء الأرض وتحوله الى مركبات عضوية معقدة التركيب من نوع البروتيدات على ما يظن ومنها يتغذى النبات العائل

ومتى وجدت الدرنات وكائناتها العضوية على النبات البقل استغنى عن الأزوت المركب الذي في الأرض وصار قادرا على التعرض في الأحوال التي تموت فيها أنواع النبات الأخرى لفقدان الأزوت

على أنه اذا حصدت النباتات البقلية تركت مع ذلك للأرض مقدارا عظيما من الأزوت الذي في بقايا الجذور . وقد عثر على هذه الحقائق هاريلج ولفرث في المدة التي بين سنة ١٨٨٦ وسنة ١٨٨٨ وعرضت حينئذ في الأسواق "مستنبثات بكتيرية" صناعية توافق أنواعا عديدة من المزروعات ووضع لها اسم "النيتراجين"

وقد أدخلت تحسينات في طرق أعداد "مستنبثات البكتريا" التي تكون الدرنات على أنواع شتى من المزروعات البقلية . ففي ألمانيا وأمريكا تصنع أنواع محسنة من "النيتراجين" قيل أنها أكثر نجاحا من الأنواع الأولى

## الأسمدة الصناعية أو الكيميائية

الأسمدة العضوية تحتوى فى الغالب على كل المواد الضرورية لحياة النبات فهى لذلك سماد عمومى كبير النفع ، غير أن هناك حالات تحتاج فيها الأرض الى صنف أو صنفين من المواد المخصصة لتصير قادرة على انماء حاصلات كاملة من الزرع ، ولذلك ينبغى أن يوضع فى الأرض سماد خاص يستلزم حاجتها بدون أن يمدّها بغذاء نباتى آخر موجود فيها بكثرة . وهذا ما يسمى بالسماد الصناعى أو الكيميائى

وسأتبع فى الكلام على هذه الأسمدة التقسيم الآتى :

(أ) أسمدة أزوتية	(ج) أسمدة بوتاسية
(ب) أسمدة فسفاتية	(د) أسمدة شتى

### (١) الأسمدة الأزوتية

أهم الأسمدة الداخلة فى هذا القسم أزوتات الصديوم وكبريتات الأمونيوم

(١) أزوتات الصديوم أو النيترو المنكعب - يوجد هذا الملح فى بعض الجهات العديدة المطر من بلاد بيرو وإثيوليا وإفريقيا على هيئة طبقات قريبة من سطح الأرض يختلف سمكها بين بضعة بوصات وأثنى عشر قدما وتعرف هذه الرواسب على حالتها الطبيعية بالكليش ويختلف تركيبها كثيرا . وتخلط أصناف الكليش بعضها ببعض بحيث يصير المخلوط مكونا مما يأتى :

الطين والأحجار وما أشبهها	٥٠ %
أزوتات الصديوم	٣٥ %
كلورور المجزىوم والكلسيوم والصديوم	١٠ %
الماء والكبريتات ومواد أخرى	٥ %

أما "المُسْتَنْبِتَات" الحديدية الألمانية فتشتمل على البكتريا محفوظة فى غراء "الآجار آجار" المجفف وعند استعمالها توضع فى سائل مغذٍ مكون من اللبن والبيتون وسكر العنب فتتكاثر البكتريا

وأما "المُسْتَنْبِتَات" الحديدية الأمريكية فهى عبارة عن قطن منقوش أشرب مقدارا من "مُسْتَنْبِت" البكتريا ثم تجفف . وعند استعماله يوضع فى محلول مشتمل على مقدار من السكر وفسفات البوتاسيوم وكبريتات المجزىوم وفسفات الأمونيوم فتتكاثر البكتريا

ويدعى محضرو هذين النوعين أن البزور اذا بلت بالسائل الذى وضعت فيه "مُسْتَنْبِتَات" البكتريا الموافقة ثم جففت كان ذلك كفيلا بوجود البكتريا المثبتة للأزوت عند زرع البزور

وقد نشر بعض الكتاب مقالا ادعى فيه أن استعمال "مُسْتَنْبِتَات" البكتريا المثبتة للأزوت التى سموها "النيترو بكتريين" سيحدث انقلابا فى الزراعة ذا شأن عظيم فصادف مقالهم قبولا عظيما وأشرأت اليه الأعناق

ولكن ينبغى ألا يعزب عن الفكر أن غاية ما يمكن أن تأتى به هذه "المُسْتَنْبِتَات" أن الأرض اذا اشتملت على قدر وافر من المواد المعدنية المكونة لغذاء النبات وكانت مفتقرة الى الأزوت أصبحت باستعمال "مُسْتَنْبِتَات" البكتريا كثيرة الأزوت قادرة على انبات المزروعات المعتادة بالتدريج . ويكاد لا يوجد شك فى أن "المُسْتَنْبِتَات" الحديدية قادرة على تسهيل تكون الدرنات فوق جذور النباتات البقلية . وكذلك يكاد لا يوجد شك فى أن الأراضى التى تتكون فيها الدرنات من غير واسطة متى لقحت بهذه "المُسْتَنْبِتَات" كبر حجم درناتها وزاد عددها

على أن استعمال هذه "المُسْتَنْبِتَات" البكتيرية بمقادير كبيرة لم يصادف نجاحا كافيا لتبرير استعمالها على وجه عام

ولاستخراج أزوتات الصديوم يعالج المخلوط بالماء ثم يترك ليهدأ ويستقر ما لم يذب منه في قاع الاناء

وبعد استخراج اليود الموجود على حالة يودات الصديوم أى ص ٣١ يغلى السائل ثم يترك حتى يبرد فينفصل أزوتات الصديوم على حالة بلورات تجفف في الشمس ثم تصدر الى الجهات المختلفة

ويقال أن متوسط تركيب أزوتات الصديوم التجارى هكذا :

أزوتات الصديوم ..... ٩٦,٧٥

ماء ..... ٣,١٠

كلورور الصديوم ..... ٠,٧٥

كبريتات شتى ..... ٠,٣٠

مواد غير قابلة للذوبان ..... ٠,١٠

١٠٠,٠٠

وقد وجهت عناية كبيرة في السنين الأخيرة الى وجود فوق كلورات الصديوم أى ص كل ١، في نماذج كثيرة من أزوتات الصديوم والى الضرر العظيم الذى ينجم عن تسميد كثير من أنواع المزروعات بهذه النماذج وظهر من البحث أن بعض النماذج يحتوى على ٥ ٪ من فوق الكلورات السام وأن بعض النماذج المستعملة في ألمانيا يحتوى في المتوسط على ١ ٪ . أما النماذج الانجليزية فتكاد تكون خالية من الضرر . وأزوتات الصديوم النقى ملح أبيض متبلور يمتص الرطوبة من الهواء ويذوب منه مقدار كبير في الماء (١٠٠ جزء من الماء تذيب نحو ٨٠ جزءا منه في درجة الحرارة المعتادة)

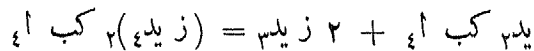
ولا يحتفظ أى جزء من الأجزاء المكونة للتربة بأزوتات الصديوم ولهذا كان عرضة للضياع بواسطة مياه الصرف . فيجب إذن ألا يستعمل منه مقدار كبير في التسميد دفعة واحدة وألا يوضع في الأرض زمنا طويلا قبل أن يصل نمو الزرع الى درجة تمكنه من امتصاصه

وقد اقترح بعض العلماء حديثا أن يصنع الأزوتات الضرورى للزراعة باحداث شرر كهربائى شديد في الهواء فتتكون أكاسيد الأزوت من اتحاد الأكسجين مع الأزوت فاذا كان هناك مركب قلوى عند احداث الشرر كالصودا تكون الأزوتيت والأزوتات من اتحاد هذه الأكاسيد مع القلوى

وربما تتجح هذه العملية في الأماكن التى فيها قوة طبيعية كبيرة لاحداث الكهرباء كما في مساقط النيجرا (\*)

(٢) كبريتات الأنيوم (كبريتات النشادر) — يصنع هذا المركب من "السائل النشادرى" الذى يتكون في معامل غاز الاستصباح أو أفران الكوك أو التناير ذات التيار الهوائى . وذلك لأن الفحم الحجري الذى يحتوى على نحو ١,٣ من الأزوت متى قطر تقطيرا مُتِلَفًا انفصل جزء من أزوته على حالة غاز الأمنىيا ( زليم ) الذى يذوب فيما يتكاثف من البخار المتكون معه أثناء العملية

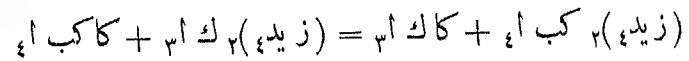
"والسائل النشادرى" أو "سائل غاز الاستصباح" المتكون بهذه الكيفية يشتمل على عدة من مركبات النشادر أهمها الكربونات والكلورور والكبريتور واليوسلفات أو تحت الكبريتيت ويبلغ مجموع النشادر في المحلول غالبا ٢ ٪ تقريبا . وللحصول على كبريتات النشادر يقطر سائل غاز الاستصباح مع الجير ثم يمر غاز النشادر المتكون على الحامض الكبريتيك وهاك معادلة التفاعل الذى يحدث حينئذ :



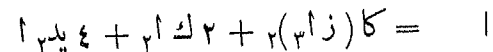
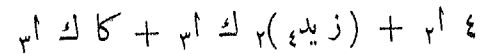
(\*) تصنع الآن كميات وافرة من أزوتات الكلسيوم القلوى في نوردن من بلاد النرويج بواسطة استعمال الجير بدلا من الصودا . وقد ظهر نجاح هذا السداد الأزوتى كثيرا حتى أصبح يشارى أزوتات الصديوم

ثم يغلى السائل الناتج من تفاعل الحامض مع غاز النشادر مدة من الزمن ويترك ليبرد فينفصل كبريتات النشادر على شكل بلورات . وأهم المواد الغريبة التي توجد أحيانا في كبريتات النشادر التجارى سيانور النشادر الكبريتى أى زيدى ك زكب وكبريتور الزرنيخوز أى ر ك ب . أما المركب الأول من هذين فستمد من سائل غاز الاستصباح وأما الثانى فستمد من الحامض الكبريتيك الذى يشتمل فى بعض الأحيان على أكسيد الزرنيخوز أى ر ك ب وكل من هذين الجسمين سم نافع للنبات . وبتبلور كبريتات النشادر تتكون بلورات "غير مائية" ( غير أيدراتية ) وتذوب هذه فى الماء بسهولة فان ١٠٠ جزء من الماء تذيب ٧٣ جزءا منها فى درجة الحرارة المعتادة

ومتى وضع كبريتات النشادر فى التربة حدث فيه تحلل فيتحد "الأصل الحامضى" أى ك ب اء مع كلسيوم كربونات الكلسيوم الذى فى التربة ويذوب الجسم الناتج فى ماء الصرف . أما النشادر فيحتفظ به الركام والأجزاء الأخرى المكونة للتربة وهاك معادلة التفاعل :



ولابد من تحول النشادر الى نترات بواسطة عملية التآزت قبل أن يصير صالحا لتغذية النبات ، وهذا يستلزم ضياع مقدار آخر من كربونات الكلسيوم وهاك المعادلة :



مستمد من الهواء

ويظهر جليا من التفاعلين السابقين أنه كبريتات النشادر لا يفيد الا فى الأراضى المشتملة على كمية من كربونات الكلسيوم مناسبة على الأقل وأن استعماله حينئذ يؤدى الى ضياع مقدار كبير من الكلسيوم الذى فى التربة

ويتبين مما سبق أيضا أنه يجب وضع كبريتات النشادر فى الأرض قبل احتياج الزرع لأزوته بزمن يكفى لتكوين الأزوتات

ومن هذه الوجوه المتقدمة يخالف كبريتات النشادر أزوتات الصديوم إذ أن الأخير صالح لتغذية النبات مباشرة وليس له الا تأثير قليل أو لا تأثير له مطلقا فى كربونات الكلسيوم الذى فى التربة ويجب الا يستعمل الا عند احتياج النبات اليه كما يبناه من قبل

والأفضل استعمال كبريتات النشادر فى الفصول الممطرة لأن التربة تحتفظ به . اما فى الفصول الجافة التى ربما يتعطل فيها تكوين الأزوتات والتي لا يضيع فيها الماء بالرشح الا قليلا فان أزوتات الصديوم يأتى فيها غالبا بفائدة أحسن

ومن الأسمدة الأزوتية المركبات الآتية :

(١) أزوتات البوتسيوم أى بوز اء - وهو ذو قيمة مزدوجة (+) لكنه لا يستعمل فى الزراعة كثيرا لغلو ثمنه جدا

(٢) سيانمور الكلسيوم أى ك ك ز - لم يقترح استعماله سمادا أزوتيا الا حديثا . وكيفية تكوينه أن يحى كربور الكلسيوم أى ك ك ز فى تيار من هواء قد فصل منه أكسجينه . أما كربور الكلسيوم هذا فيتكون بكثرة من إحماء الكربون والجير فى الأفران الكهربائية لصنع الأسيتلين ويشتمل انحام من سيانمور الكلسيوم على ٢٠ ٪ من الأزوت بدلا من اشتماله على ٣٥ ٪ كما يقتضيه قانونه التركيبى (+) وهو مسحوق أسود يشبه سماد خبث

(+) لأنه يمد النبات بالأزوت الصالح لتغذيته من جهة وبالبوتسيوم من جهة أخرى - المترجم

$$٤٠ = \text{كا}$$

$$١٢ = \text{ك}$$

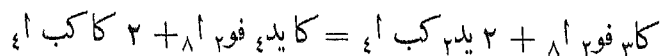
$$٢٨ = ٢ \text{ ز}$$

(+) أى

كا ك ز ٨٠ = أى أن مقدار الأزوت هو ٢٨ ٪ وهذا يساوى ٣٥ ٪ - المترجم

ويذيب الماء مقدارا عظيما من هذا الحامض . ويوجد منه مقدار صغير في بعض نماذج من فوق الفسفات

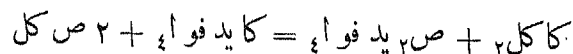
(٢) يوجد الحامض الفسفوريك أيضا في ضمن فسفات الكالسيوم الأحادي (أول فسفات الكالسيوم) أي كايدي فو<sub>٨</sub> وهو مركب يتكون من معالجة فسفات الكالسيوم بمقدار صغير من الحامض الكبريتيك وهاك معادلة التفاعل :



وفسفات الكالسيوم الأحادي سهل الذوبان في الماء وهو الجزء ذو القيمة العظمى في فوق الفسفات

(٣) يوجد الحامض الفسفوريك أيضا في ضمن فسفات الكالسيوم الثنائي (ثاني فسفات الكالسيوم) أي كايدي فو<sub>٨</sub> وقد يكتب هكذا :

كايدي فو<sub>٨</sub> وهو مركب صلب أبيض يرسب عند معالجة فسفات الصديوم المعتاد أي ص<sub>٢</sub> يدي فو<sub>٨</sub> بكلورور الكالسيوم أي كايدي فو<sub>٨</sub> كما يتبين من المعادلة الآتية :

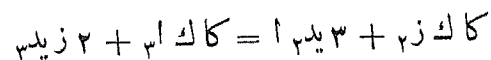


ويكاد فسفات الكالسيوم الثنائي لا يذوب في الماء وحده ولكنه يذوب فيه عند وجود بعض الأملاح كسترات الأمونيوم . والمظنون أنه أسهل منالا على جذور النبات من فسفات الكالسيوم الثلاثي . ويوجد في فوق الفسفات خصوصا بعد حفظه مدة من الزمن

(٤) يوجد الحامض الفسفوريك أيضا في ضمن فسفات الكالسيوم الثلاثي أي كايدي فو<sub>٨</sub> وهو جسم أبيض يكاد لا يذوب في الماء منه شيء ولكنه يذوب بسهولة في الحوامض . وهو الجسم الذي يوجد الحامض الفسفوريك

المعادن في المنظر وقد استعمل في تسميد الأرض فكانت النتيجة في كثير من الأحيان مماثلة في الجودة لما ينجم عن استعمال كمية الأزوت عينها في شكل أزوتات الصودا أو كبريتات النشادر . وقد أبانت التجارب أن وضع سيانور الكالسيوم في الأرض الدبالية ضار بالنبات . ويقال أن السبب هو تكون ديسينديميد (*Dicyandiamide*) بتأثير الحوامض التي في تربة الأرض وهو سم فعال يهلك النبات

ويغلب على الظن أن سيانور الكالسيوم في الأحوال المعتادة أي عند عدم وجود الحوامض في التربة يتحلل هكذا :

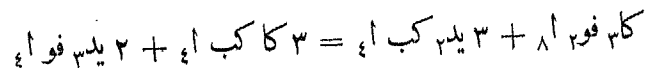


ومن هذا نرى أن التربة تحصل على جميع أزوت السيانور في شكل نشادر، فأزوته اذن صالح للتأزوت

### (ب) الأسمدة الفسفاتية

من الأسمدة التي ينحصر نفعها تقريبا فيما تحتوي عليه من الفسفات الحيوانى الفسفاتي والعظام خصوصا ما أحرق منها وما عولج بالبخار وقد سبق الكلام عليها . وهناك مواد أخرى تشتمل على الحامض الفسفوريك أكثر أهمية من هذه ، بسبب وفرتها في الكون . ويجدر بنا قبل التكلم على هذه أن نشرح على سبيل الإيجاز الأحوال المختلفة التي يوجد عليها الحامض الفسفوريك في الأسمدة :

(١) يوجد منفردا أي غير متحد وقانونه يدي فو<sub>٨</sub> والتقى منه غليظ القوام شبه صلب ينشأ من تأثير الحامض الكبريتيك في الفسفات وهاك معادلة التفاعل :



ويوجد من الفسفات المعدني هذا كميات وافرة في الممالك المتحدة بأمريكا وفي بلجيكا وفي بلاد الجزائر وكندا والغالب عدم استعماله كما هو بل يحول إلى فوق الفسفات أولا ، ولكن المسحوق منه سحقا جيدا يعود على الأرض بالفائدة أحيانا

(٢) فوق الفسفات المعدني — يصنع هذا السماد بمعالجة الفسفات الطبيعي المتقدم بالحامض الكبريتيك (الحامض المستعمل في المعامل الذي كثافته ١,٥٥) وقد بينا فيما سبق نوع التفاعل الذي يحدث . وجل الحامض الفسفوريك الذي في فوق الفسفات على شكل فسفات الكالسيوم الأحادي أي كما يدعى فوسفات  $CaH_2PO_4$  ويوجد جزء منه على شكل فسفات الكالسيوم الثلاثي أي كما يدعى فوسفات  $Ca_3(PO_4)_2$  الذي لم يتغير بتأثير الحامض الكبريتيك كما يوجد جزء منه غالبا على شكل فسفات الكالسيوم الثنائي أي كما يدعى فوسفات  $Ca_2HPO_4$  ويكتب أيضا هكذا كما يدعى فوسفات  $Ca_2HPO_4$

(٣) العظام المذابة — تصنع هذه بطريقة تشبه المتقدمة غير أنها تشتمل على مادة آزوتية ويبقى فيها عادة مقدار كبير من فسفات الكالسيوم الثلاثي بدون تغير

(٤) سماد خبث المعادن القلوية أو فسفات توماس — يتكون هذا السماد أثناء صناعة الفولاذ أي الصلب من زهر الحديد بطريقة يسمّى القلوية . ويشتمل عادة على ما يتردد بين ١٦ و ١٨ ٪ من خامس أكسيد الفسفور في ضمن فسفات الكالسيوم الرباعي أي كما يدعى فوسفات  $Ca_4P_2O_{10}$  وعلى جير غير متحد وهذا السماد أكثر موافقة للأراضي المشتملة على قدر وافر من المادة العضوية

وليس له تأثير في الأرض إلا إذا كان منعم الدق جدا ولهذا كانت قيمته تابعة على الأكثر لإجادة سحقه . ويجب أن ينفذ منه مقدار يتردد بين ٨٠ و ٩٠ ٪ من منخل سعة كل عين من عيونه ٠,٢ من المليمتر تقريبا . ولا

ضمته في العظام وفي الفسفات المعدني وفي غالب أصناف الجوانو . ويزداد ذوبانه كثيرا في الماء المشتمل على ثاني أكسيد الكربون . وذوبانه تابع أيضا لدرجة دقة أجزائه وحالته الطبيعية . فهو أكثر ذوبانا إذا كان منعم الدق مساميا غير متبلور مما إذا كان جريشا مندججا متبلورا . ويحتوي فسفات الكالسيوم الثلاثي غالبا على كلورور الكالسيوم أي كال  $CaCl_2$  أو فلورور الكالسيوم أي كال  $CaF_2$

(٥) يوجد الحامض الفسفوريك أيضا في ضمن فسفات الكالسيوم الرباعي (راجع فسفات الكالسيوم) أي كما يدعى فوسفات  $Ca_4P_2O_{10}$  وهو مركب يكاد لا يذوب في الماء ولكنه يذوب في كثير من المحلولات الملحية ويوجد في خبث المعادن الذي يتكون أثناء تنقية زهر الحديد (الحديد الزهر) من الفسفور بطريقة يسمّى القلوية أو بطريقة سيمنز القلوية

(٦) يوجد الحامض الفسفوريك أيضا في ضمن فسفات الحديد أي ح فوسفات الألومنيوم أي لو فوسفات  $Al_2(SO_4)_3$  وهذان المركبان لا يذوبان في الماء تقريبا ولا يذوب منهما في الحوامض النباتية المخففة إلا شيء يسير ، ولهذا كان تناولهما صعبا على النبات وكان استعمالهما سمادا عديم الجدوى إلا إذا أنعم دقهما ، غير أنهما إذا تكونا في التربة من تأثير إيدرات الحديد أو إيدرات الألومنيوم في الفسفات القابل للذوبان كانا صالحين لامداد جذور النبات بالحامض الفسفوريك نوعا ما على ما يظهر

وعلى العموم يمكن القول بأن المركب الذي يتكون بواسطة الرسوب من محلول التربة نفسها أسهل تناولا على النبات من المركب عينه إذا أضيف إلى التربة كامل التكوين ولو كان منعم الدق وأهم الأسمدة الفسفورية التي يتجر فيها ما يأتي :

(١) الفسفات المعدني — ومعظمه مكون من فسفات الكالسيوم الثلاثي أي كما يدعى فوسفات  $Ca_3(PO_4)_2$



يذوب الحامض الفسفوريك الذى يشتمل عليه هذا السماد فى الماء ولكنه يذوب بسهولة فى المحلولات الملحية كمحلول سترات الأمونيوم . ويختلف تركيب نماذجه التجارية كثيرا ولكن الجيد منها يشتمل على نحو ١٨ ٪ من خامس أكسيد الفسفور و ٤٥ ٪ من الجير و ١٥ ٪ من أكسيد الحديد ومقادير صغيرة من السلكا والمجيزيا والأليومنا وغير ذلك

### (ج) الأسمدة البوتسية

أراضى إنجلترا فى الغالب أقل احتياجا الى البوتسا منها الى الأزوت والفسفور غير أن من المزروعات ما يحتاج من البوتسا الى مقدار أكبر مما يمكنه الحصول عليه من بعض الأراضين فيزداد نموه باستعمال الأسمدة البوتسية

وقد كان رماد النبات مستعملا بكثرة لتسميد الأراضى الزراعية بسبب احتوائه على كربونات البوتسيوم ، ولا يزال يستعمل نوعا ما الى يومنا هذا . وأهم مورد للمركبات البوتسية الآن رواسب إستسفرّت بألمانيا . وهى رواسب عظيمة تعلو طبقات هائلة من الملح الجبل (\*) وتستخرج منها مقادير كبيرة من أملاح شتى يرسل بعضها الى الأسواق للبيع على حالته الطبيعية بدون سابق إعداد سوى أنه يُجرّش وذلك كالكَيْنيت وينقى البعض الآخر بإذابته وترسيبه قبل أن يرسل الى أسواق البيع وذلك مثل كبريتات البوتسيوم

ويوجد البوتسيوم فى الأملاح المستخرجة من رواسب إستسفرّت فى ضمن الكلورور أى بوكلى أو فى ضمن الكبريتات أى بوكب أى والأول من هذين أكثر ذوبانا وقبولا للانتشار من الثانى ولكنه يضر بعض أنواع النبات كالذخا والبطاطس على ما يظهر

(\*) قد اقترحت مصادر عدة للبوتسا أثناء الحرب العظمى وأكثرها المصادر إذادانا بالنجاح هو الدُّقاق الذى يتكوّن أثناء صهر بعض معدنيات الحديد

ولتكلم الآن على أهم المركبات البوتسية التى يمكن شراؤها واستعمالها سمادا :

(١) الكَيْنيت — هو أكثر الأسمدة البوتسية استعمالا وهو عبارة عن مخلوط مكون من عدة أملاح منها كلورور البوتسيوم وكبريتاته وكلورور المجيزيوم وكبريتاته وكلورور الصديوم وكبريتات الكلسيوم ، ويشتمل عادة على ما يتردد بين ١٢ و ١٣ ٪ من البوتسا أى بوكب ١ وعلى ما يتردد بين ٢٥ و ٤٥ ٪ من ملح الطعام

(٢) ميُورِيَات البوتسا — هذا هو الاسم القديم لكلورور البوتسيوم وترسل منه الى الأسواق أصناف كثيرة تحتوى على ما يتردد بين ٧٠ و ٩٥ ٪ من بوكلى وهذا يعادل ما يتردد بين ٤٤ و ٥٨ ٪ من بوكب ١ وملح الطعام أهم المواد الغريبة التى توجد فيه

(٣) كبريتات البوتسيوم — يباع من هذا الملح صنفان نقاوة أحدهما ٩٠ ٪ ونقاوة الآخر ٩٦ ٪ وهذا يعادل ٤٩,٦ ٪ و ٥٢,٥ ٪ فى المائة من بوكب ١

(٤) كبريتات البوتسيوم والمجيزيوم المزدوج — يصنع هذا المركب بتكليس الملح المتبلور الذى قانونه ما كب ٤، و بوكب ٤، و يدب ١ ويشتمل عادة على نحو ٥٠ ٪ من بوكب ٤، و ٣٤ ٪ من ما كب ٤، و ١١,٥ ٪ من الماء وهذا يعادل نحو ٢٧ ٪ من بوكب ١

وأكثر الأراضى الزراعية احتياجا للبوتسا هى الرملية الخفيفة أو الجيرية خصوصا ما كان منها معدا لانماء البطاطس والحشائش والبرسيم والحبس والفول وأحسن الفصول لاستعمال الأسمدة البوتسية الخريف والشتاء ولا خوف عليها من الضياع فى مياه الرش

## (د) أسمدة شتى

(١) ملح الطعام — ليس لهذا الملح قيمة سمادية على العموم غير أن له تأثيرا نافعا في مركبات البوتسا والجير والمجيزيا في التربة وله تأثير حسن في بنجر الحقل والكرب وبواسطته يزيد ذوبان الفسفات والسلكات

(٢) الجص أى كاكب ١، ٢ يدم ١ — دلت التجارب على أن هذا المركب يصلح البرسيم واللفت وربما كان السبب في ذلك كونه يمد الأرض بالكبريت ، ولكن يغلب على الظن أن نفعه راجع الى كونه واسطة لفصل البوتسا من السلكات غير القابل للذوبان من جهة وإلى كونه يساعد على "تكوين الأزونات" من جهة أخرى

(٣) الجير الحى أى كاكب ١ والجير المطفأ أى كاكب ٢ والطباشير والمرل (+) والجير الجيرى أى كاكب ١ وجميعها أسمدة مفيدة في كثير من الأحيان ، وتشتمل على مقدار قليل من الفسفات تمد النبات به ولكن أعظم نفع لها ينحصر في كونها تحدث تأثيرا قلويا في الأرض فتأتى بفائدتين :

(١) انها تفعل الحوامض النباتية التى تتكون من تعفن المواد العضوية في حالة تعادل

(٢) انها تزيد عملية التآزت

والجير الكاوى الذى يشتمل الحى أى كاكب ١ والمطفأ أى كاكب ٢ أشد تأثيرا من الطباشير والجير الجيرى دائما ، ولو أنه يستحيل بعد زمن يسير من وضعه في التربة الى المركب كاكب ١ ذاته. والسبب في هذا أن أيدرات الكلسيوم يذوب في الماء فينتشر بين أجزاء التربة بانتظام (+) ولا يتيسر توزيع الطباشير

(+) الطين الجيرى أو المرل هو الطين الذى يحتوى على أكثر من ٥ ٪ من كربونات الكلسيوم — المترجم

(+) الجير الحى يستحيل بحدوده في الأرض الى جير مطلقا أى الى أيدرات الكلسيوم — المترجم

والجير الجيرى بهذه الكيفية مهما أنعم دقهما . وهناك فائدة أخرى للجير وهى أنه يسبب تجمع الأجزاء الطينية في التربة . وينبغى ان لا يعزب عن الفكر أن وضع المركبات الجيرية في الأرض مرات متوالية ربما يُفنى المركبات الأزوتية التى يشتمل عليها الدبال

والجير المستخرج من الأحجار الجيرية المجيزية يحتوى على المجيزيا أى ما ا وهو لهذا أقل نفعاً للأراضى الزراعية من الجير الأكثر نقاء . ويغلب على الظن أن السبب في هذا كون المجيزيا لا تمتص ثانى أكسيد الكربون الذى في ماء التربة ولا غازاتها بالسرعة التى يمتص بها الجير هذه المواد ، وبذلك تبقى المجيزيا حافظة لحدتها زمنا أطول مما يبقاه الجير فيتعطل بذلك نمو النبات

(٤) جير غاز الفحم — هو عبارة عن نفاية المركبات التى تتكون في معامل غاز الاستصباح أثناء تمرير الغاز فوق الجير المطفأ لتنقيته من ثانى أكسيد الكربون أى كاكب ١ والأيدروجين المكربت أى يدم كاكب ٢ . وهو مخلوط معقد التركيب يشتمل على كربونات الكلسيوم وأيدراته وعلى مقادير مختلفة من مركبات كبريتية غير تامة التأكسد ككبريتيت الكلسيوم أى كاكب ٣ وكبريتور الكلسيوم أى كاكب ٢ وثانى كبريتيت الكلسيوم أى كاكب ٣ . وهذه المركبات الكبريتية سموم قتالة للنبات ، ولهذا كان استعمال جير غاز الفحم بعد تكونه مباشرة ضارا بالنبات . فينبغى تعريضه تماما للهواء مدة من الزمن قبل استعماله حتى تستحيل فيه المركبات الكبريتية الناقصة التأكسد الى كبريتات الكلسيوم أى كاكب ١

(٥) كبريتات الحديدوز الذى يعرف بالزاج الأخضر وقانونه ح كاكب ١، ٧ يدم ١ وكبريتات النحاس الذى يعرف بالزاج الأزرق وقانونه نح كاكب ١، ٥ يدم ١ — يندر استعمال هذين المركبين سمادا ولكنهما يستعملان رشاشا لآبادة الكبر الذى يعرف أيضا بالخرذل الشيطاني ولآبادة الأمراض الفطرية . ويقال أن كبريتات الحديدوز سماد نافع للحشائش.

والفول والبطاطس وبجر الحقل (المتجلد) ونباتات الحبوب. ومقدار ما يوضع منه في الفدان المصرى ٥٦,٥ رطل مصرى. ويقال أيضا انه يقتل الطحلب وأنه يغذى النبات من جهة كونه يزيد في تكوين المادة الخضراء في المزروعات ويقوم مقام الأسمدة البوتاسية من بعض الوجوه

### تحليل الأسمدة وتقويمها

تقدر قيمة السماد على حسب ما يشتمل عليه من الأزوت وخامس أكسيد الفسفور والبوتسيوم. ويعبر في التجارة غالبا عن نتيجة التحليل بالنسب المئوية لما يحتوى عليه السماد من "الأمنيا" (ز يلم) و"الفسفات" الذى يعنى به فسفات الكلسيوم الثلاثى و"البوتسا". ولكننا نعلم أن كثيرا من الأسمدة كأزوتات الصديوم لا يوجد أزوتها على شكل أمنيا وأن فسفات الكلسيوم الثلاثى لا يمثل الحالة التى يوجد عليها خامس أكسيد الفسفور في كثير من الأسمدة كما نعلم أن البوتسا أى بوم ١ ليست في الحقيقة داخلية في ضمن بعض الأسمدة كميوريات البوتسا أى بوكل

وهالك الطريقة التى يعبر بها عن تركيب فوق الفسفات في التجارة :

النسبة في المائة	
فسفات الكلسيوم الأحادى أو فسفات الجير الأحادى القاعدية	
(= ٢٣,٥ ٪ من فسفات الكلسيوم الثلاثى الذى جعل	١٥
قابلا للذوبان أو عبارة أخرى من "الفسفات القابل للذوبان")	
فسفات غير قابل للذوبان	٣
كبريتات الكلسيوم الأيدراتى	٥٤
أملاح قلووية	٢
ماء	٢٢
سلكا	٤

وليس المقصود من فسفات الجير الأحادى القاعدية في مثل هذا التحليل فسفات الكلسيوم الأحادى الحقيقى (كايد، فوم ٨) بل يقصد به المركب الذى ينتج بعد نزع جزيئين من مائه أى كا فوم ٨ وإن كان هذا المركب في الحقيقة عبارة عن متافسفات الكلسيوم الذى لا وجود له في الأسمدة وتظهر العلاقة بين هذا المركب وفسفات الكلسيوم الثلاثى بسهولة من قانونيهما الاتيين :

$$\text{كا فوم ٨} \quad \text{كا فوم ٨}$$

$$٣١٠ = ١٢٨ + ٦٢ + ١٢٠ \quad ١٩٨ = ٩٦ + ٦٢ + ٤٠$$

أى أن مقدار فسفات الكلسيوم الأحادى  $\times ٣١٠ \div ١٩٨ =$  مقدار فسفات الكلسيوم الثلاثى أو فسفات الجير الثلاثى القاعدية كما يعبر عنه في بعض الأحيان

ويوجد في كثير من أصناف فوق الفسفات مقدار من خامس أكسيد الفسفور على شكل فسفات الكلسيوم الثنائى أو الأيدروجينى أى كايد فوا، وهو مركب لا يذوب في الماء لكنه يذوب في كثير من المحلولات الملحية كمحلول سترات الألمنيوم ويعرف في بعض الأحيان بالفسفات "المنقلب" أو "المختزل" والأولى تسميته بالفسفات "القابل للذوبان في السترات" على أن خامس أكسيد الفسفور هو الجزء الوحيد من الأسمدة الفسفاتية ذو القيمة الحقيقية ولهذا كان الأولى من جميع الوجوه أن تدون نتيجة تحليل الأسمدة الفسفاتية على النمط الآتى :

مجموع خامس أكسيد الفسفور :

خامس أكسيد الفسفور القابل للذوبان .....  
 » » » » في السترات .....  
 » » » » غير القابل للذوبان .....

ولا شك أن معانى هذه المصطلحات أخصر وأدق

ويقدر ثمن السماد من نتيجة التحليل الكيميائي عادة بواسطة ما يسمى "ثمن الوحدة" لكل جزء من الأجزاء الثلاثة الرئيسية في الأسمدة. وثن الوحدة تابع لحالة الأسواق التجارية ولذلك كان عرضة للتغير. وهو عبارة عن ثمن واحد في المائة من الطن أى ثمن ٢٢,٤ رطل انجليزي من كل جزء من الأجزاء السمادية الثلاثة المتقدمة

فإذا فرضنا أن نموذجاً من أزوتات الصديوم يشتمل على ١٥,٧٥ ٪ من الأزوت وأن ثمن الطن منه ٨ جنيهات انجليزية كانت قيمة الأزوت أى "ثمن الوحدة" منه :

$$\frac{20 \times 8}{10975} = 10,2 \text{ شلن أو } 2,5 \text{ بنى شلن}$$

وإذا فرضنا أن نموذجاً من كبريتات الألمنيوم يشتمل على ٢٤,٥ ٪ من الألمنيوم أى ٢٤,٥  $\times \frac{14}{17} = 20,2$  ٪ من الأزوت وأن ثمن الطن منه ١٢ جنيهات انجليزية كانت "قيمة الوحدة" من الأزوت :

$$\frac{20 \times 12}{202} = 11,88 \text{ شلن أو } 10,5 \text{ بنى شلن}$$

وبطريقة مماثلة هذه يمكننا أن نحسب "ثمن الوحدة" من خامس أكسيد الفسفور ومن البوتاسا متى علمت أثمان الأسمدة المشتتة عليهما في الأسواق. ويختلف "ثمن الوحدة" منهما باختلاف نوع السماد كما رأينا في الأزوت

وفي غالب جداول أثمان الوحدات يدون ثمن الوحدة من "الألمنيوم" ومن "الفسفات" ولكن الأفضل تدوين ثمن الوحدة من "الأزوت" ومن "خامس أكسيد الفسفور" للأسباب التي تقدمت

ولنذكر في الجدول الآتي مثلاً "لأثمان الوحدات" المختلفة. ولكن ينبغي ألا يعزب عن الفكر أن هذه الأثمان تختلف باختلاف أسعار الأسواق وباختلاف نوع السماد :

## ثمن الوحدة

بنى شلن	بنى شلن	من	إلى	بنى شلن
١٢	—	١٠	—	٩
( = )	أمنيا	...	...	...
٥	»	٤	»	٥
( = )	فسفات قابل للذوبان	...	...	...
٢	»	٦	»	٩
( = )	خامس أكسيد الفسفور غير القابل للذوبان	...	...	...
٤	»	—	»	٧
( = )	البوتسيوم	...	...	...
٣	»	٤	»	٩
( = )	بوتسا	...	...	...

ولنذكر تيميا للفائدة مثلاً لتقدير ثمن السماد بواسطة نتيجة التحليل الكيميائي: لنفرض أننا نريد حساب ثمن الطن من سماد مخلوط أظهر التحليل الكيميائي احتواءه على المواد السمادية الآتية :

المقدار المثري

٥	...	الأمنيا
١٥	...	الفسفات القابل للذوبان
٧	...	» غير القابل للذوبان
٣	...	البوتسا

فاذا اعتبرنا أن "ثمن الوحدة" من الأمتيا ٩ شلنات ومن الفسفات القابل للذوبان ٢,٥ شلن ومن الفسفات غير القابل للذوبان ١,٥ شلن ومن البوتسا ٣,٥ شلن أمكننا أن نحسب ثمن الطن من السماد المخلوط هكذا :

الأمنيا ..... ٥ × - ٩ = - ٥ شلن جنيته

الفلسفات القابل للذوبان ...  $15 \times 2 = 30$  1 17 6

» غير القابل للذوبان  $\gamma \times 6 = 10$  —

البوتسا.  $3 \times 3 = 9$  ... ..

فضمن الطن إذن من هذا السهاد المخلوط = ٦ بني ٣ شلن ٥ جنيه

الفهرس الأبجدي للجزء الأول من كتاب الكيمياء الزراعية

## حرف الألف

الصفحة

٧٠ ..... إبادة الأزوات

الاحتراق الذاتي ... .. ١٩

الأحجار الجيرية :

استعمالها سمادا ... .. ۱۰۰

ترکیبها ... ..  
 ξ V ... ..

وظیفہا فی الارض... .. وظیفہا فی الارض... ..

الأحجار الحصوية ... .. ٤٦

الأحجار الرملية... .. ٤٦

الاختزال ... .. ١٠

الأدهان ... .. ١١١

الأرشيف ... .. ٤٤٢٧

٩ ..... الأرجون<sup>٩٥٤</sup>

الأزانب ... .. ٥١

الأزوت — خواصه ومواطنه ... .. ٣٣

أزوت الهواء

تثبيت البكتريا له ... .. تثبيت البكتريا له

الأزْتُوبَكْتَر ... .. ٧١

أزوتات البوتسيوم ... .. ١٤٣

أزوات الصديوم أو النيترالمكعب ... .. ١٣٩

أزوتات الكسيوم ... .. ١٤١

الأزهار ... .. ١٠٣

الأزون ... .. ٤١٩

إزالة عسر الماء ... .. ٨٣

## حرف الالف (تابع)

الصفحة	
١٣٣	الأعشاب البحرية — استعمالها سمادا
٩٩	الأغشية الشبه المنفذة ...
١٦	الأكسجين — خواصه ومواطنه
٣٦	أكسجين الهواء
٤٤	الألبيت ...
	الأليومينيدات :
١٢١	تركيبها
١٠٣	وجودها في النبات
١٢٣	الألكيدات ...
٧١	الأليت ...
٦٢	الألومنيوم — مركباته المائية
٣٨	الامنيا في الهواء
١٣٢ و ١٠٦	الأميدات — تركيبها
٩٧	الأنبات ...
٩٨	انتشار السوائل ...
٦٢	انتشار السوائل في التربة
١١٠ و ١٠٢ و ٩٧	الأنزيمات أو المخيمات الجمادية
٩٩	إنكاش البروتيزم (مادة الحياة)
١٠١	الأوراق — وظيفتها
	الايدروجين :
٢٠	خواصه ومواطنه
٢١	لهبه عند الاحتراق

## حرف الباء

الصفحة	
٣٣	البارومتر ...
٣٤	البارومتر المفرغ ...
١٠٢	البخار النباتي
١٢١	البروتيدات
١٣٥	البراز — استعماله سمادا
١٠٣	البروز ...
١٣٧ و ٧١ و ٦٩	البكتريا
١١٠	البكتينيات أو المركبات البكتينية
٤٥ و ٢٧	البلق أو الميكال ...
١٠٩	البنترانات ...
١٠٩	البنتوزات
	البوتسيوم :
١٤٣	أزوتاته ...
٢٧	خواصه ومواطنه
١١٩	وظائفه في النبات
١٤٨	البوتس — استعمالها سمادا
	حرف التاء
١٠	التأكسد ...
١٩	التأكسد البطيء
٧٥	تحليل التربة الزراعية
١٥٢	تحليل الأسمدة وتقويمها

## تربة الأرض :

الصفحة	(تابع) حرف التاء
٦١	إبقائها المواد الذائبة
٧١	تثبيت الأزوت فيها
٧٥	تحليلها
٤٣	تعريفها
٤٩	تكوينها
٩٦	سبب برودتها وهى مبتلة
٧١	غازاتها
٥٤	المواد المكونة لها
٧٢	ماؤها
٤٨	التربة الأصلية والمنقولة
٤٣	التربة السفلى والعليا
١٣٦	التسميد بالنبات الأخضر
١١	التعفن
٥٩	التغيرات الكيميائية فى التربة الأرضية
١١	التقطير المبيد
٦٨	تكوين الأزوتات
١٠١	تمثيل ثانى أكسيد الكربون

## حرف الشاء

٤١	ثانى أكسيد الكبريت فى الهواء
	ثانى أكسيد الكربون :

١٠٠ و ١٥٣ و ٥٠	إذابته للأجسام
١٣١	تكوينه عند التعفن
١٠١	تمثيل النبات له
٧١	وجوده فى غازات الأرض
٣٧	وجوده فى الهواء
٧	ثانى كبريتور الكربون
١٥٤	ثمن الوحدة من الاسمدة

## حرف الجيم

الصفحة	حرف الجيم
٤٩	جبال الثلج - تأثيرها
٦٢	الجذب الأرضى - تأثيره فى ماء الأرض
٩٨	الجذر والجذير
٧١	الجراثيم غير الأكسجينية
٨	الجزئى - المقارنة بينه وبين الذرة
١٥٠	الحص
١١١	الحلشيريل (الأصل العضوى القلوى : لسميده)
١١٥	الحلشيرين أو الحلشورول
٥٠	الحديد - تأثيره
١٠٨	الحليكوچين
١١١	الحلوگوس أو الدكستروس أو سكر العنب
١٣٢	الحوانو
١٣٦	الحوانو الوطنى
١٥٠	الحير - استعماله سماًدا
١٥١	جير غاز الفحم

## حرف الحاء

١١	الحامض - تعريفه
٣٨	الحامض الأزوتيك فى الهواء
٥٨	الحامض الدباليك (الهيويميك)

## (تابع) حرف الحاء

الصفحة	الحديد :
٢٩	خواصه ومواظته ... ..
٦٢	مركبات الحديد المائية ... ..
١٢٠ و ١٣٤	وظيفته في النبات ... ..
٩٤	حرارة ذوبان الثلج الكامنة ... ..
٩٥	حرارة تبخر الماء الكامنة ... ..
٩٣	الحرارة الكامنة ... ..
٩١ و ٥٥	الحرارة النوعية ... ..
١٨	الحرارة الناتجة من الاحتراق وتقديرها ... ..
١٠٣	الحوامض الأمينية ... ..
١١٣	الحوامض الدسمة غير المُشَبَّعة ... ..
١١٢	الحوامض الدسمة المُشَبَّعة ... ..
١١٧	الحوامض العضوية وأملاحها في النبات ... ..
٥١	الحيوانات — تأثيرها في الأرض ... ..

## حرف الخاء

٦٥	الخاصة الشعرية ... ..
١٤٧	خبث المعادن القلوية ... ..

## حرف الدال

## الدبال أو الهَيُومَس :

٥٤	خواصه الطبيعية ... ..
٥٨	وظيفته في الأرض ... ..
١٣٥	دخان المواد المحترقة — استعماله سماداً ... ..
٣٤	درجة الحرارة — تأثيرها في الغازات ... ..
٩٣	درجة حرارة النهاية العظمى لكثافة الماء ... ..
١٣٧	درجات النبات البقلى ... ..

## (تابع) حرف الدال

الصفحة	الدكتور داير — طريقته في تحليل الأرض ... ..
٧٧	الدَّكْسْتُرُوس أو الجُلْكُوثُوس أو سكر العنب ... ..
١١١	الدَّكْسْتَرِين ... ..
١٠٨	الدم المجفف ... ..
١٣٣	الديدان — تأثيرها في تكوين التربة ... ..
٥١	الديستاز ... ..
١٠٢	

## حرف الذال

١	الذَّرَّة ... ..
---	------------------

## حرف الراء

١١٧	الراتينجيات ... ..
١	الرييوم ... ..
٧٣	الرشح — الخسارة الناتجة منه ومقدارها ... ..
٨٣	الرصاص — تأثيره في الماء ... ..
١٠٨	الرقق الصناعي ... ..

## الرملي :

٥٦ و ٥٤	خواصه ... ..
٤٦	الأجار الرملية ... ..
٣	الرموز الكيميائية ... ..
١٢٦	الرَّوْث ... ..
١٣٤	الریش — استعماله سماداً ... ..
٥٠	الرياح — تأثيرها في تكوين التربة ... ..



## حرف الزاي

الصفحة	
١٥١	الزاج الأخضر والأزرق
١٣٣	زبل الحمام والطيور الداجنة
٣٤	الزجاجة الجوية
١٣٣	زرق الخفافش
١٣٢	زرق الطيور البحرية
١٤٢	الزرنخ في كبريتات النشادر
٣٧	الزنيون في الهواء
١١١	الزيوت — تركيبها
١١٦	الزيوت الطيارة
١١٥	الزيوت القابلة للجفاف وغير القابلة للجفاف

## حرف السين

١٠١	ساق النبات
٦٤	السطح المقعر للماء
١٣٤	سقط الصوف — استعماله سماداً
١١١	سكر العنب أو الدكستروس أو الجلوكوس
١١٠	سكر القصب أو السكروز
١١١	سكر اللبن أو اللكتوس
١١٠	السكريات
٣١	السليوم — خواصه ومواطنه
٦١	السلكات المزدوج المائي
١٠٨	السليوس
١٣٣	سماد الأسمك

## (تابع) حرف السين

الصفحة	السماد :
١٥٠	أنواع منه شتى
١٥٢	تحليله وتقويمه
١٥٤	ثمن الوحدة منه
١٢٥	فائدته
	سماد الاصطبلات :
١٢٦	تركيبه
١٣٠	تحلله وحفظه
١٣٩	السماد الصناعي أو الكيميائي
١٣٥	السناج — استعماله سماداً
٨١	سهولة الماء وعسره
٩٨	السويق
١٤٣	سيانمور الكلسيوم

## حرف الشين

١٣٤	الشعر — استعماله سماداً
١٠٠ و ٩٨	الشعور الجذرية
١٠٥	الشمس — تأثير أشعتها في النبات
١١٦	الشموع

## حرف الصاد

الصفحة	الصابون :
٨٢	تأثيره في الماء القير
١١٥	تركيبه
٤٤	الصخر المحبب أو الفليسبار
٤٣	الصخور الرسوبية
٤٣	الصخور المتغيرة
٤٦ و ٤٣	الصخور النارية
٢٨	الصديوم — خواصه ومواطنه
٣٥	الصفير المطلق

## حرف الضاد

الصفحة	
٩٩	الضغط الأزموزيّ
١٠٠	الضغط الجذري
٦٢	الضغط السطحي للسوائل
١٠١	الضوء — أهميته للنبات

## حرف الطاء

٥٦٠ و ٥٤٦ و ٥٤٧	الطين
١٥٠	الطين الجيري أو المرل — استعماله سمادا

## حرف العين

٨١	عسر الماء وسهولته
٩٩	العصارة النباتية — ارتفاعها في النبات
١٣٤	العظام — استعمالها سمادا
٢	العناصر

## حرف الغين

٣٨	غاز النشادر في الهواء
٨٤	غاز النشادر العضوي في الماء
	الغازات :

٣٤	تأثير الحرارة فيها
٧١	وجودها في التربة
٩٨	الغرائيات أو المواد الغرائية
٨٧	الغرين — الأراضي الغرينية
٩٩	الغشاء الشبه المنفذ

## حرف الفاء

الصفحة	
١٠١	الفرمليديد
	الفسفور :
٢٥	خواصه ومواطنه
١١٩	وظائفه في النبات
	الفسفات :
١٤٤	استعماله سمادا
٧٥	ضياءه في مياه الرش
١٤٦	الفسفات المعدني
٤٤	الفلسبار أو الصخر المحجب
١٤٧	فوق الفسفات
١٤٠	فوق الكلورات في أزوات الصديوم

## حرف القاف

١٢	قابلية الأجسام للتطاير
١٢	القاعدة
١٢	قاعدية الحامض
٣٤	قانون بويل
١٣٤	القرون — استعمالها سمادا
	القلوي :
٨٨	الأراضي القلوية
٩٠ — ٨٨	إطاقة النبات له
١٣	تعريفه
٨٨	القلوي الأبيض والقلوي الأسود
١٣	القوة الذرية
١٩	القوة السعيرية

## حرف الكاف

الصفحة

٧٠	الكائنات الأزوتاتية (النيتراتية)
٦٩	الكائنات الأزوتيتية (النيتريتية)
	الكبريت :
٤١	ثاني أكسيد في الهواء
٢٤	خواصه ومواطنه
١١٩	وظائفه في النبات
١٤١	كبريتات الأمونيوم
١٤٩	كبريتات البوتاسيوم
١٥١	كبريتات الحديدوز
١٥١	كبريتات النحاس
٩٣	مخافة الماء — النهاية العظمى لها
٣٧	الإسكربتون
١٠٧	الكربونيدرات
٢٢	الكربون — أشكاله ومواطنه
١٣٥	الكسب — استعماله سدا
١٢٣	الكوروفيل
	الكليسيوم :
١٤١	أزوتاته
٤٥	أشكال كربواته
٢٦	خواصه ومواطنه
٥٧	كربواته في الأرض
	الكلور :
٣٠	تنصيلة الألوان
٣٠	خواصه ومواطنه
١١٩	وظائفه في النبات
١٣٩	الكليس
٤٤	المكورتز
٢٣	الكيمياء العضوية
١٤٩	الكينيت

## حرف اللام

الصفحة	
٤٤	الليبردريت
١١٠	الجنوس

## حرف الميم : الماء

٨٣	تأثيره في الرصاص
٤٩	تأثيره في الصخور
٦٢	حركته في التربة
٩١	خواصه الطبيعية
٨٣	المواد العضوية التي توجد فيه
٨٤	النماذج الجيدة والرديئة منه
٧٢	ماء التربة الزراعية
٩٠	ماء البحر
٨١	الماء السهل
٨١	الماء العسر
٨٠	ماء العين
٨٠	ماء المطر
٨٠	الماء المعدني
٨٠	الماء النقي
٨٥	ماء النهر
٨٧	كدرته
٩٨	المتبلورات أو المركبات المتبلورة

## المجزيوم :

٢٩	خواصه ومواطنه
١٢٠	وظيفته في النبات
٤٥	سلكاته

## (تابع) حرف الميم

الصفحة	
٦	المخلوط — الفرق بينه وبين المركب
١١٠ و ١٠٢ و ٩٧	المُحَمَّرَات الجُمَادِيَّة أو الإِثْرِيَّات
١٠٣	المركبات الأَمِينِيَّة
١٥	المركبات الباعثة للحرارة
٦	المركبات الكيميائية
١٠٥	المركبات المكوَّنة لجسم النبات
١٥	المركبات الماصة للحرارة
١٥٠	المَرَل أو الطين الجيري — استعماله سمادا
١٠١	مسام الأوراق النباتية
١٣٧	المُسْتَنْبِتَات البَكْتِيرِيَّة
٣٨	المطر
٤٤	المعدنيات المكوَّنة للصخور
٩	المعادلات الكيميائية
٧٣	الملح — الأراضي الملحية
١٣٥	المواد البرازية — استعمالها سمادا
٧٧	المواد الصالحة لتغذية النبات
٢٧ و ٤٥	الميككا أو البَلَق
١٤٩	ميوريات البوتسا
٧٩	أُمَيَّاه الطَّبِيعِيَّة

## حرف النون

٩٧	النبات
١٠٧	النشا
١	نظرية الأَلِكْتَرُون الحديثة
٢	النظرية الذرية
١٣٤	نفاية الصوف — استعمالها سمادا

## (تابع) حرف النون

الصفحة	
٥١	النمل — تأثيره في تكوين التربة
١٣٩	النَيْتْرُ المَكْب
٧٠	النَيْتْرُ بَكْتَر
١٣٨	النَيْتْرُ بَكْتَرِين
٦٩	النَيْتْرُوزُ كُوكْس
١٣٧	النَيْتْرَاجِين (مُسْتَنْبِتَات بَكْتِيرِيَّة)
٣٧	النون

## حرف الهاء

٣٧ و ١	الهَيُوم
	الهواء :
٥٠	تأثيره في الصخور
٣٥	تركيبه الكيميائي
٣٢	صفاته الطبيعية
٤١	المواد السابحة فيه
٣٣	وزنه
١٢٤	الهيمجلولين
	الهَيُومَس أو الدُّبَال :
٥٨	تركيبه
٥٩ و ٥٤	خواصه الطبيعية
٥٩	وظيفته في الأرض

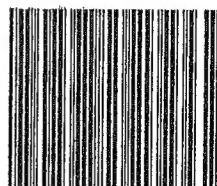
## حرف الواو

٢	الوزن الذري
---	-------------

## حرف الياء

١٤٠ و ٥	اليود
---------	-------

(الطبعة الاميرية ١٩٦٩/١٩٢٢/٧٠٠)



80025 75540